

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2011

Bc. PETRA PAUEROVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



**HMOTOVÁ NESTEJNOMĚRNOST
PRSTENCOVÝCH A ROTOROVÝCH PŘÍZÍ**

**MASS IRREGULARITY OF RING
AND OE - ROTOR YARNS**

LIBEREC 2011

Bc. PETRA PAUEROVÁ

P r o h l á š e n í

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom(a) povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, dne 2. května 2011

.....

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří mi pomohli při tvoření této diplomové práce. Především bych chtěla poděkovat prof. Ing. Petru Ursínymu za jeho cenné rady, připomínky, ochotu a trpělivost, se kterou se mi věnoval.

Děkuji také své rodině, která mě vždy podporovala, a to nejen materiálně, ale hlavně psychicky. Mé největší poděkování patří mamince, bez které by tohle vše nemohlo být skutečností. V neposlední řadě také děkuji svému příteli.

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá hmotovou nestejnoměrností prstencových a rotorových přízí. Cílem je zjistit významné rozdíly ve struktuře hmotové nestejnoměrnosti přízí a uvést předpoklady obou technologií pro jejich případné zkracování.

V teoretické části je vysvětlena problematika tvorby prstencových a rotorových přízí, hmotové nestejnoměrnosti a problematika vlivu technologií na hmotovou nestejnoměrnost příze.

Hmotová nestejnoměrnost obou přízí byla proměřena na přístroji Uster Tester IV a vyhodnocena na základě parametrů a charakteristických funkcí. Poté byly pomocí spektrogramů, délkových variačních křivek a DR funkcí zjištěny podstatné rozdíly mezi rotorovou a prstencovou technologií.

Annotation

This thesis deals with mass irregularity of ring and rotor yarns. The aim is to determine significant differences in the structure of mass irregularity of the yarns and adduce requirements of both technologies for possible shortening.

The first part is theoretical. Problems of production of ring and rotor yarns, mass irregularity and problems of influence of technologies on the mass irregularity are explained there.

Mass irregularity of both types of yarns was measured on the device Uster Tester IV and evaluated based on parameters and characteristic functions. Then, using the spectrograms, length variation curves and DR functions it was found significant differences between ring and rotor technology.

Klíčová slova

Rotorová příze
Prstencová příze
Hmotová nestejnomyšnost
Spektrogram
Délková variační křivka
DR funkce

Keywords

OE – rotor yarn
Ring spinning yarn
Mass irregularity
Spectrogram
Variance length curve
DR function

Obsah

1. Úvod.....	12
2. Teoretická část	14
2.1 Technologický postup výroby prstencové a rotorové příze.....	14
2.1.1 Příprava materiálu k předení.....	14
2.1.1.1 Rozvolňování a čištění.....	14
2.1.1.2 Míchání	14
2.1.2 Mykání	15
2.1.3 Posukování.....	16
2.1.4 Předpřádání	17
2.1.5 Dopřádání.....	18
2.1.5.1 Klasický způsob dopřádání.....	19
2.1.5.2 Bezvřetenový rotorový sprádací systém	20
2.1.6 Výroba prstencové a rotorové příze v Kümpers Textil Plavy	22
2.2 Hmotová nestejnoměrnost	24
2.2.1 Vyjádření hmotové nestejnoměrnosti	24
2.2.1.1 Parametry hmotové nestejnoměrnosti.....	25
2.2.1.1.1 Lineární hmotová nestejnoměrnost.....	25
2.2.1.1.2 Kvadratická hmotová nestejnoměrnost.....	26
2.2.1.1.3 Limitní hmotová nestejnoměrnost	26
2.2.1.1.4 Index nestejnoměrnosti	27
2.2.1.1.5 Výrobní nestejnoměrnost.....	27
2.2.1.1.6 Strojová nestejnoměrnost.....	28
2.2.1.1.7 Míra odchylek $DR(x,y)$	28
2.2.1.2 Charakteristické funkce hmotové nestejnoměrnosti	29
2.2.1.2.1 Spektrogram.....	29
2.2.1.2.2 Délková variační křivka.....	33
2.2.1.2.3 DR funkce (křivka)	36
2.2.2 Druhy vad v přízi	37
2.2.3 Měření hmotové nestejnoměrnosti.....	39
2.2.3.1 Kapacitní způsob.....	39
2.2.3.2 Optický způsob	40

2.2.3.3 QQM systém	40
2.2.4 Standardy Uster Statistics	41
2.3 Vliv technologií na hmotovou nestejnomyěrnost příze	42
2.3.1 Příprava materiálu k předání	42
2.3.2 Mykání	42
2.3.3 Posukování	43
2.3.4 Klasický způsob dopřádání	44
2.3.5 Bezvřetenové rotorové dopřádání	45
2.4 Statistické zpracování dat	47
3. Experimentální část	48
3.1 Měření hmotové nestejnomyěrnosti	49
3.2 Charakteristické funkce hmotové nestejnomyěrnosti	53
3.2.1 Vyhodnocení spektrogramů	53
3.2.1.1 Průměrná délka vláken	53
3.2.1.2 Analýza mechanických závad	53
3.2.2 Vyhodnocení délkových variačních křivek	54
3.2.3 Vyhodnocení DR funkcí	57
3.3 Rozdíly mezi rotorovými a prstencovými přízemi	58
3.3.1 Porovnání parametrů hmotové nestejnomyěrnosti	58
3.3.2 Porovnání spektrogramů rotorových a prstencových přízí	64
3.3.3 Porovnání délkových variačních křivek	67
3.3.4 Porovnání DR funkcí rotorových a prstencových přízí	70
3.4 Zařazení dle Uster Statistics	73
4. Závěr	75
5. Použitá literatura	77

Seznam použitých symbolů a zkratk

Symbol/zkratka	Jednotka	Význam
CV	[%]	Kvadratická hmotová nestejnoměrnost
CV_{lim}, U_{lim}	[%]	Limitní kvadratická (lineární) hmotová nestejnoměrnost
CV_{ef}, U_{ef}	[%]	Skutečně naměřená kvadratická(lineární) hmotová nestejnoměrnost
CV_f, U_f	[%]	Kvadratická (lineární) výrobní nestejnoměrnost
CV_m, U_m	[%]	Strojová kvadratická (lineární) nestejnoměrnost
CV_{fn}, U_{fn}	[%]	Výrobní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost produktu na výstupu ze stroje
CV_{fn-1}, U_{fn-1}	[%]	Výrobní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost na vstupu do stroje
$CV(L)$	[%]	Kvadratická nestejnoměrnost mezi úseky délky L
CV_l	[m]	Variační koeficient délky vláken
$CV(m)$	[%]	Variační koeficient hmotnosti úseků sdružovaného pramene
$CV_0(m)$	[%]	Variační koeficient hmotnosti úseků pramene
d	[m]	Průměr pravděpodobně vadného válečku
d_3	[m]	Průměr sběrného povrchu
I	[-]	Index nestejnoměrnosti
k	[-]	Empirická konstanta
L	[m]	Délka úseku
l_i	[m]	Délka i-tého úseku vlákenného produktu, u kterého je překročena nastavená mez odchylek x
\bar{l}	[m]	Průměrná délka vláken

L_T	[m]	Celková délka měřeného vlákenného produktu, na kterém jsou zjišťovány úseky l_i
L_0	[m]	Výchozí délka úseku produktu
L_i	[m]	Délka úseku produktu odpovídající i-tému technologickému stupni
$m(l)$	[g]	Okamžitá hodnota hmotnosti délkového úseku přádelnického produktu
\overline{m}	[g]	Střední hodnota hmotnosti
n	[-]	Průměrný počet vláken v průřezu přádelnického produktu
n_f	[1/min]	Frekvence vadného dílu stroje
n	[-]	Počet družných pramenů
N	[-]	Míra cyklického družení
P	[-]	Průtah mezi výstupními válečky a vadným válečkem
P	[-]	Průtah, který následuje po vadném průtahovém poli
P_{i-1}	[-]	Celkový průtah v rozsahu jednotlivých technologických stupňů
T	[tex]	Jemnost délkového vlákenného produktu
t	[tex]	Jemnost vláken
U	[%]	Lineární hmotová nestejnomyšnost
u	[m]	Obvod sběrného povrchu
v	[m/min]	Výstupní rychlost produktu ze stroje
x	[%]	Relativní odchylka od střední hodnoty hmotnosti na sledovaných úsecích
y	[m]	Délka úseku
Z	[1/m]	Počet zákrutů
λ	[m]	Délka vlny harmonického kolísání hmotnosti produktu

λ_{\max}	[m]	Vlnová délka odpovídající maximální amplitudě harmonických složek kolísání hmotové nestejnoměrnosti příze zjištěná ze spektrogramu
λ_f	[m]	Délka vlny
λ_m	[m]	Naměřená střední vlnová délka extrémní amplitudy kupovitého spektra
η	[-]	Součinitel zkrácení stužky v přízi
<i>atd.</i>		A tak dále
<i>kap.</i>		Kapitola
<i>max.</i>		Maximální
<i>např.</i>		Například
<i>obr.</i>		Obrázek
<i>resp.</i>		Respektive
<i>tzv.</i>		Tak zvanou
<i>ozn.</i>		To znamená

1. Úvod

Hmotová nestejnomyěrnost příze je jedním z nejdůležitějších parametrů, který charakterizuje kvalitu příze a ovlivňuje možnosti jejího následného zpracování. Hmotová nestejnomyěrnost ovlivňuje i další vlastnosti příze, jako je např. variabilita zákrutu a pevnosti. Také se negativně projevuje v plošných textiliích, vzniká mrakovitost, pruhovitost nebo moiré efekt. Úroveň hmotové nestejnomyěrnosti má rovněž vliv i na přetrhovost při dopřádání.

Je tedy zřejmé, že problematika hmotové nestejnomyěrnosti prolíná značnou částí technologie předení a proto je nutné hmotovou nestejnomyěrnost délkových textilií sledovat již od počátku procesu výroby příze. Je nutné ji kontrolovat a především správně vyhodnocovat. Na základě provedeného vyhodnocení zasáhnout do technologie a odstranit nebo minimalizovat příčiny vzniku hmotové nestejnomyěrnosti.

Aby výsledná příze byla stejnoměrná, je nutné, aby poloprodukty z jednotlivých operací byly co nejstejnomyěrnější. Hmotovou nestejnomyěrnost vláknenných produktů je možné zajistit během rozvolňování, mykání, protahování a družení tzv. regulací a družením [1], [2].

Vzhledem k tomu, že princip výroby prstencové a rotorové příze je odlišný, vyznačují se tyto příze odlišnou strukturou. I když budou mít obě příze stejné parametry (surovina, jemnost, zákrut), budou mít jiné vlastnosti a jejich účel použití bude také rozdílný.

Hmotová nestejnomyěrnost mykané prstencové příze je oproti rotorové přízi obvykle horší. Je to způsobeno tím, že prstencová příze vzniká kontinuálně, což znamená, že pramen je postupně zjemňován a případná vada je tak postupně protahována na větší vzdálenost. Hmotová nestejnomyěrnost je částečně vyrovnávána družením, případně regulací, ale po technologické operaci posukování již k žádnému vyrovnávání hmotové nestejnomyěrnosti nedochází. Rotorová příze vzniká diskontinuálně, kdy jsou vlákna z pramenu ojednocena působením vyčesávacího válečku a následně dochází k cyklickému družení, které snižuje hmotovou nestejnomyěrnost na krátkých úsečkách.

Dalším důvodem vyšší hmotové nestejnoměrnosti prstencové příze je větší počet technologických operací oproti technologii rotorové, a tím roste pravděpodobnost zanesení nestejnoměrnosti [3].

Tato práce se zabývá hmotovou nestejnoměrností 100 % viskózové rotorové a prstencové příze pod obchodními názvy ZEDER P7®, AHORN P3®. Příze jsou vyráběné v s. r. o. Kümpers Textil Plavy.

Cílem práce je vyhodnotit strukturu hmotové nestejnoměrnosti a zjistit významné rozdíly mezi rotorovou a prstencovou přízí. Na základě celkového vyhodnocení hmotové nestejnoměrnosti uvést předpoklady obou technologií pro jejich případné zkracování.

2. Teoretická část

2.1 Technologický postup výroby prstencové a rotorové příze

2.1.1 Příprava materiálu k předení

V průběhu přípravy materiálu k předení dochází k rozvolňování, čištění a míchání vlákenného materiálu. Tyto zpracovatelské operace ovlivňují určitou měrou průběh dalších zpracovatelských postupů a zároveň i vlastnosti výsledné příze [4].

2.1.1.1 Rozvolňování a čištění

Rozvolňování je důležitou technologickou operací při zpracování vláken v přízi. Vlákenná surovina, která se nachází ve slisovaném stavu, je rozvolněna na menší chomáčky vláken pomocí kleštín, fréz a ožehlených válců. V současné době se nejčastěji používají automatické rozvolňovače balíků s frézovou odebírací jednotkou.

Vlákenný materiál je poté pneumaticky dopraven k čechracím strojům, kde dochází pomocí otáčení čechracích orgánů k načechrání vlákenného materiálu a současnému uvolňování, resp. odstraňování různých nečistot. Čechrací stroje pracují na principu čechrání ve volném stavu nebo v sevřeném stavu. Vlákenný materiál také obsahuje různé cizí příměsi (části obalů, cizí látky, plasty). Tyto barevně odlišné příměsi jsou detekovány a odstraňovány odlučovačem cizích příměsí, kde je vlákenný tok opticky sledován barevnou rychlokamerou [5], [6], [14].

Při výrobě příze ZEDER P7® a AHORN P3® byl ve firmě Kümpers Textil Plavy použit automatický rozvolňovač balíků Unifloc A1/2 od firmy Rieter.

2.1.1.2 Míchání

Míchání je významným procesem pro rovnoměrné rozdělení vláken různých komponent ve výsledné přízi a tím i pro zajištění rovnoměrnosti v důležitých užitných vlastnostech příze.

Velmi důležité je také promísit mezi sebou vlákna jedné komponenty, čímž se zajistí stejnoměrnost vláken v délce, jemnosti, barvě či zralosti. Čím dokonalejší je promíchání vlákenného materiálu, tím kvalitnější je vyrobená příze, tj. úroveň vlastností výrazně nekolísá. Míchání vlákenného materiálu se provádí ve vložce anebo v pramenech [2].

Ve firmě Kümpers Textil Plavy byl použit šachtový mísicí stroj Mischer MCM6 od firmy Trützschler. Pro dávkování malého množství materiálu je za mísícím agregátem umístěna věž MSL 1200.

2.1.2 Mykání

Mykání je jednou z nejdůležitějších operací v přádelně, neboť na kvalitě výsledného produktu této technologické operace závisí kvalita výsledné příze.

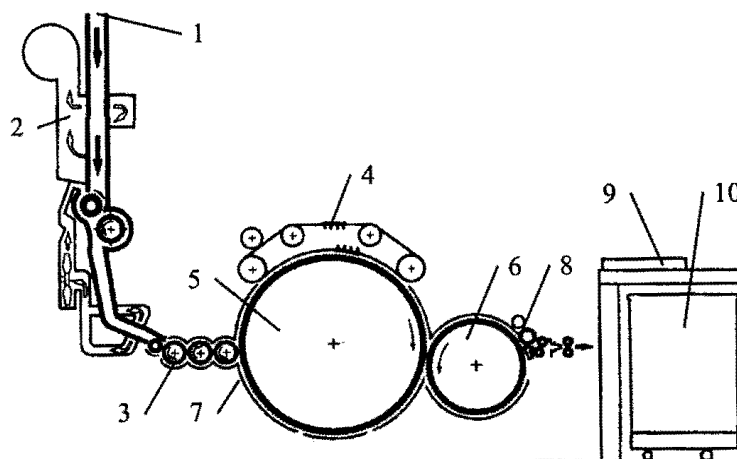
Účelem mykání je ojednotit předkládané vlákenné vložky, chomáčky až na jednotlivá vlákna, vlákna částečně napřímít a urovnat do podélného směru, promíchat vlákenný materiál, vyloučit krátká (nespřadatelná) vlákna a zbytky nečistot a vytvořit předlohu pro další stroj.

Mykání se provádí na mykacích strojích. Pro určité technologie a určité vlákenné materiály se používají dva typy mykacích strojů:

- víčkový mykací stroj
- válcový mykací stroj

Víčkové mykací stroje jsou určeny pro mykání bavlny a chemických vláken bavlnářského typu. Válcové mykací stroje se používají pro mykání vlny a ostatních přírodních i chemických vláken podobných vlně. Schéma víčkového mykacího stroje je znázorněno na obr. 1 [5], [6].

Firma Kümpers Textil Plavy vyrábí příze bavlnářského typu, používá tedy víčkové mykací stroje. Pro výrobu příze ZEDER P7® a AHORN P3® byl použit mykací stroj DK 903 od firmy Trützschler.



Obr. 1 Schéma vříčkového mykacího stroje [7]

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1. plnící a zásobovací šachta | 6. snímací válec (snímač) |
| 2. vzduchotechnický systém regulovaného podávání | 7. rošty |
| 3. rozvolňovací a podávací ústrojí | 8. snímací zhušťovací zařízení |
| 4. pás víček | 9. svinovací hlava |
| 5. hlavní buben (tambur) | 10. konev |

2.1.3 Posukování

Při technologické operaci posukování dochází k současnemu družení a protahování předkládaných vlákných pramenů. Účelem posukování je zlepšení hmotové nestejnoměrnosti pramenů, zlepšení jejich struktury a orientace vláken v pramenech, napřimování vláken. V neposlední řadě se prameny ztenčují a vytváří se předloha pro další technologickou operaci.

Z hlediska hmotové nestejnoměrnosti mají protahování a družení protichůdné účinky. Zatímco družení hmotovou nestejnoměrnost zlepšuje, protahování hmotovou nestejnoměrnost naopak zhoršuje, zejména na krátkých úsecích. Vliv posukování na hmotovou nestejnoměrnost bude podrobněji popsán v kapitole 2.3 Vliv technologií na hmotovou nestejnoměrnost příze [4], [8].

Družení společně s protahováním se provádí na posukovacích strojích. Předkládané prameny jsou vedeny do průtahového ústrojí, kde dochází k protažení, ztenčení vláknenné vrstvy. Výsledný pramen se odvádí a ukládá do konve.

Posukování probíhá v tzv. pasážích, to znamená, že stroj je zařazen několikrát za sebou. Počet pasáží závisí na vláknenném materiálu a technologii, kterou je příze vyráběna [6].

Ve firmě Kümpers Textil Plavy jsou realizovány dvě pasáže posukování. Při výrobě příze ZEDER P7® a AHORN P3® byl v 1.pasáži posukování použit posukovací stroj SB 851 od firmy Rieter a ve 2. pasáži posukovací stroj RSB D30 s automatickým vyrovnavačem nestejnoměrnosti opět od firmy Rieter.

2.1.4 Předpřádání

Při spřádání klasickým způsobem je nutné pramen z posukovacího stroje zjemnit. Ztenčením pramene se však snižuje soudržnost a tím pevnost pramene a proto je ke zvýšení tření vláken mezi sebou zapotřebí mírného zákrutu, čímž vzniká přást. Přást má tak dostatečnou pevnost a může se s určitým napnutím navíjet na cívku. Při předpřádání tedy dochází ke:

- ztenčování
- zpevňování
- navíjení

Ke ztenčování pramene dochází v průtahovém ústrojí. Používají se průtahová ústrojí s kontrolou pohybu vláken v průtahovém poli, čímž vznikají předpoklady pro dosažení lepší stejnoměrnosti výsledného vláknenného útvaru. Protažený pramen je poté zpevněn pomocí křídlového vřetena. Podstatou vkládání trvalého zákrutu je spojení procesu zakrucování a navíjení. Vzniklý přást se poté navíjí na přástovou cívku s rovnoběžným vinutím [4], [6].

Při výrobě prstencové příze AHORN P3® byl přást vyroben na křídlovém předpřádacím stroji Zinser 660.

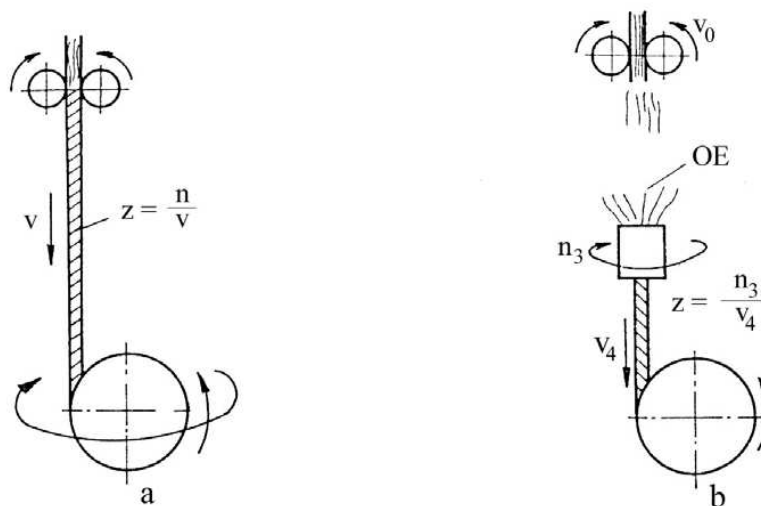
2.1.5 Dopřádání

Účelem dopřádání je z předlohy vyrobít přízi. V případě klasického způsobu dopřádání je předlohou přást, u nekonvenčního způsobu dopřádání je předlohou pramen. Při dopřádání probíhají následující procesy:

- zjemňování předlohy
- zpevňování trvalým zákrutem
- navíjení příze na přízové těleso

Klasický a nekonvenční způsob dopřádání se liší principem tvorby příze, jak je znázorněno na obr. 2. Hlavní rozdíl spočívá v tom, že při klasickém způsobu dopřádání (a) probíhá zakrucování současně s navíjením. Oproti tomu u nekonvenčního dopřádacího systému (b) je zakrucovací ústrojí odděleno od ústrojí navíjecího.

Podmínkou pro rotaci volného konce je přerušení materiálového toku, což je zajištěno ojednocením. Tato podmínka přerušení vzájemných mezivlákněných sil materiálového toku umožňuje tvorbu trvalého zákrutu [7], [9].

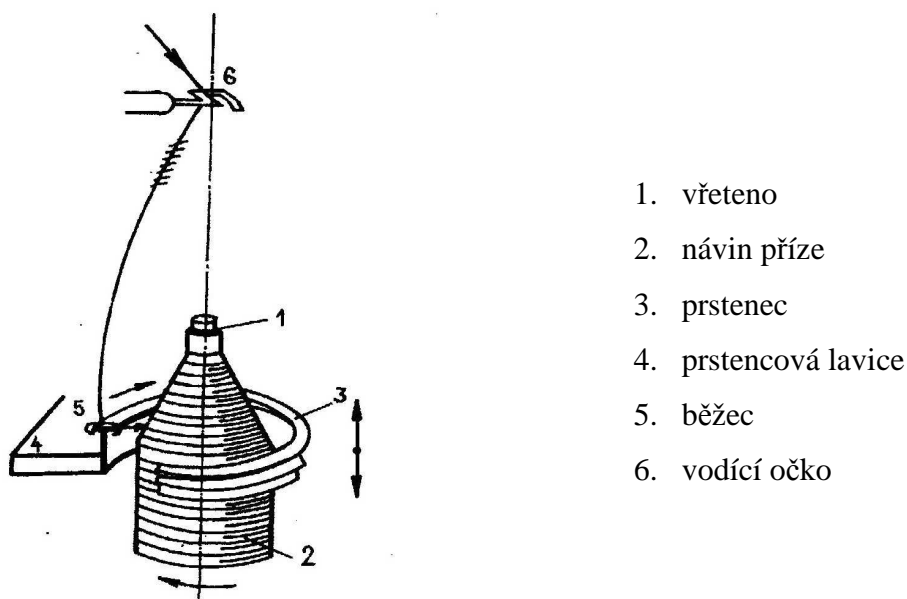


Obr. 2 Klasický způsob dopřádání (a) a dopřádání s volným koncem (b) [10]

2.1.5.1 Klasický způsob dopřádání

Při klasickém způsobu dopřádání se používá prstencový dopřádací stroj, který tvoří závěrečný stupeň výroby příze. Tento dopřádací stroj pracuje kontinuálním způsobem, tzn. průtah i zákrut probíhají současně.

Předlohou prstencového dopřádacího stroje je přást. Přástové cívky jsou zavěšeny v cívečnici a odtud je přást vodícím ústrojím naveden do ústrojí průtahového. Po výstupu z průtahového ústrojí je tenká stužka vláken zakrucována pomocí běžce obíhajícího po prstenci. Vznikající příze je zároveň běžcem vedena a navíjena na dutinku, která je nasazena na vřetenu. Schéma systému vřeteno, prstenec, běžec je znázorněno na obr. 3 [6], [9].



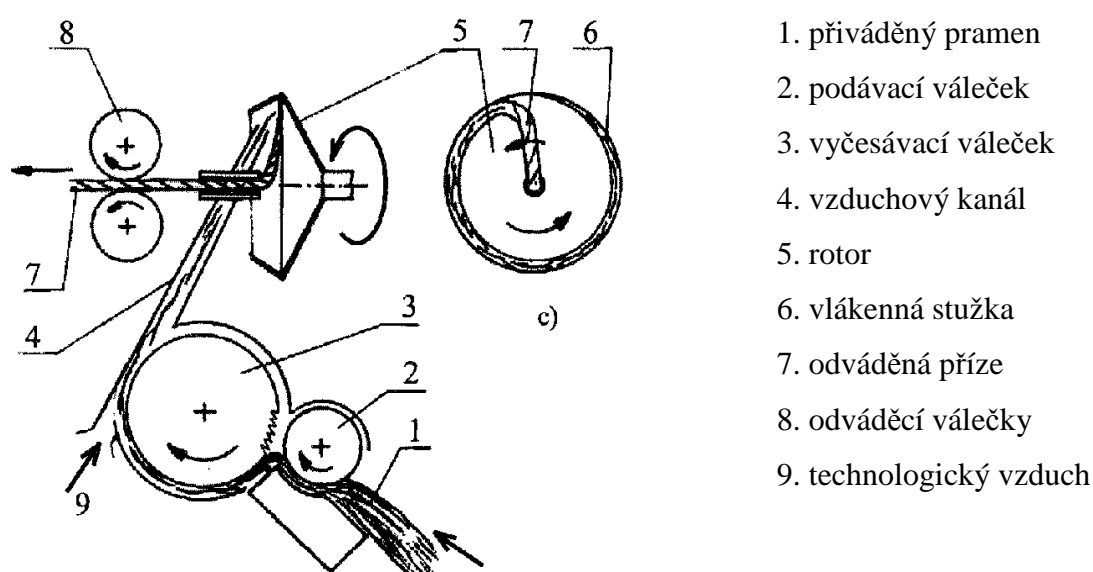
Obr. 3 Schéma systému vřeteno, prstenec, běžec [10]

Ve firmě Kümpers Textil Plavy byla prstencová příze AHORN P3® vypředena na prstencovém dopřádacím stroji Zinser 319 SL.

2.1.5.2 Bezvřetenový rotorový spřádací systém

Bezvřetenové rotorové dopřádání patří k nekonvenčním způsobům předení, řadí se k dopřádacím systémům s volným koncem (OE - open end). Charakteristickým znakem těchto systémů je oddělení procesu zakrucování od procesu navíjení. Dalším znakem je přerušení souvislosti toku vláken, neboť odstranění mezivláčenných kontaktů umožňuje tvorbu trvalého zákrutu. Při zakrucování nerotuje celý návin, ale pouze volný konec příze [11].

Předlohou rotorového dopřádacího stroje je pramen uložený v konvi a výstupem je příze navinutá na cívce s křížovým vinutím. Příze vzniká ve spřádací jednotce. Na obr. 4 je schematicky znázorněn řez spřádací jednotkou spolu s průchodem materiálu strojem.

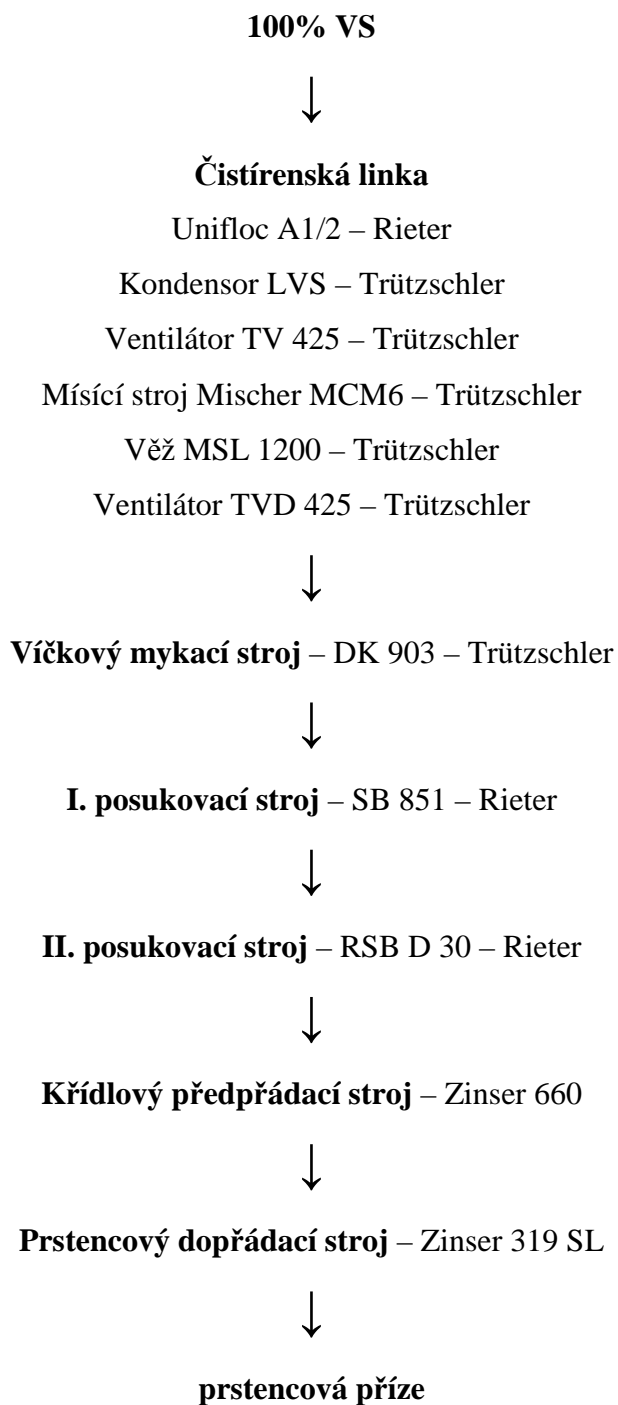


Obr. 4 Schéma spřádací jednotky rotorového dopřádacího stroje [7]

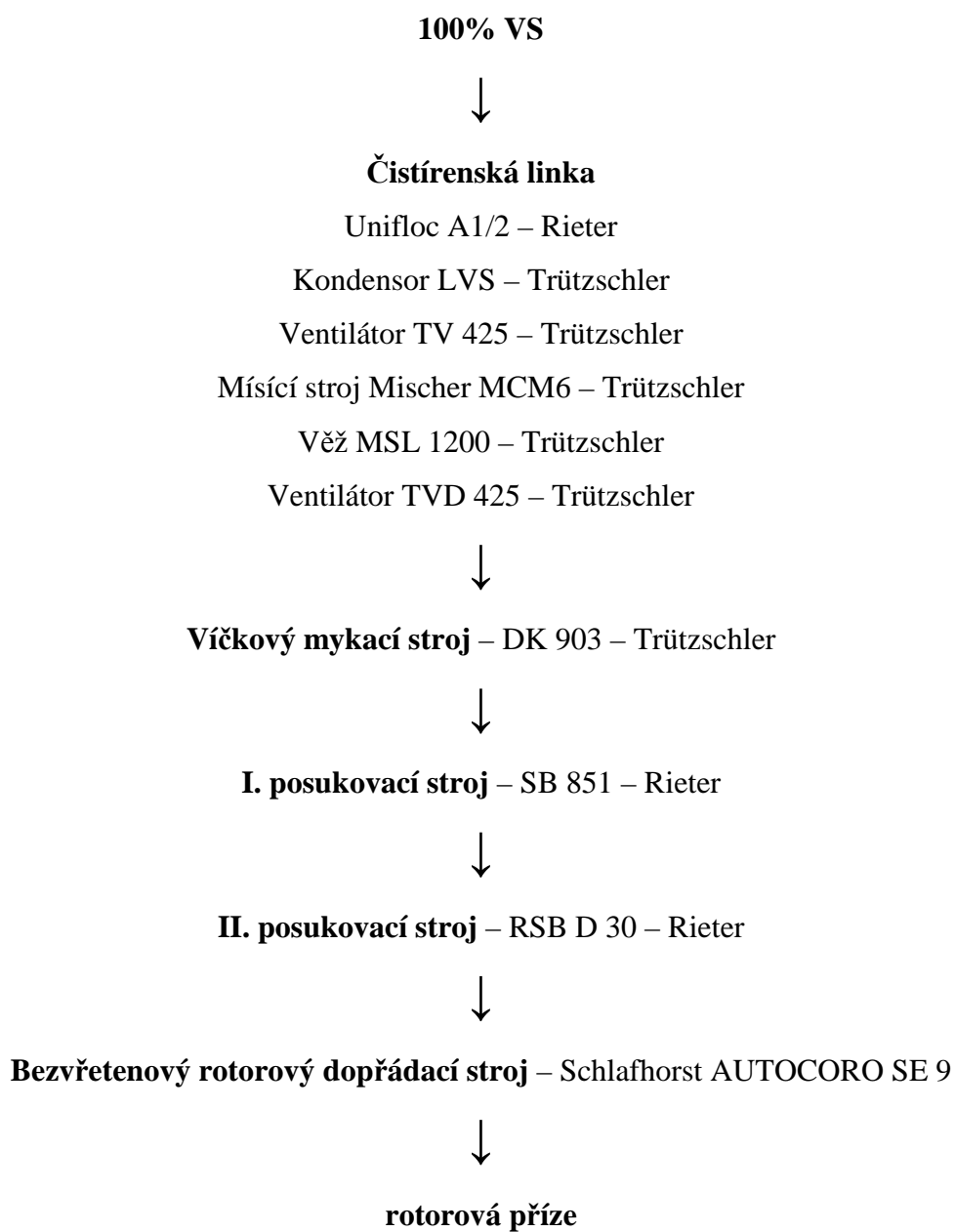
Pramen je z konví odtahován podávacím válečkem a přiváděn k vyčesávacímu válečku. Přiváděný pramen je přidržován podávacím válečkem a přítlačným stolečkem. Působením vyčesávacího válečku dochází k ojednocování vláken. Jednotlivá vlákna jsou poté dopravována vzduchovým kanálem do rotoru, kde se vlivem odstředivých sil ukládají po jeho obvodu. Na sběrném povrchu rotoru se díky cyklickému družení vytváří vlákenná stužka, která se přikrucuje na volný konec příze. Výsledná příze je poté odtahována odváděcími válečky a navíjena na cívku s křížovým vinutím [6], [12].

Rotorová příze ZEDER P7® byla ve firmě Kümpers Textil Plavy vypředena na rotorovém dopřádacím stroji Schlafhorst AUTOCORO SE 9.

2.1.6 Výroba prstencové a rotorové příze v Kumpers Textil Plavy



Obr. 5 Technologický postup výroby příze v Kumpers Textil Plavy



Obr. 6 Technologický postup výroby příze v Kümpers Textil Plavy

2.2 Hmotová nestejnoměrnost

Hmotovou nestejnoměrností se rozumí kolísání hmoty vláken v průřezu nebo na určitých délkových úsecích délkového vlákenného útvaru. Jak již bylo uvedeno v úvodu, hmotová nestejnoměrnost je velmi důležitým a sledovaným parametrem, neboť do určité míry ovlivňuje řadu dalších vlastností, jako např. variabilitu délkové hmotnosti, zákrutu nebo pevnosti. Zároveň úroveň hmotové nestejnoměrnosti ovlivňuje i přetrhovost při dopřádání [13].

Hmotová nestejnoměrnost je tvořena složkou teoretickou (limitní), která vychází z nestejnoměrnosti použitých vláken. Vlákná jsou nestejnoměrná ve své tloušťce, délce a také jemnosti. Další příčinou je náhodné rozložení vláken v průřezu vlákenného útvaru. Tuto limitní složku hmotové nestejnoměrnosti nelze ovlivnit. Dále je tvořena složkou výrobní (strojovou), kterou do vlákenného útvaru zanáší samotná technologie a stroje. Tuto výrobní nestejnoměrnost lze minimalizovat. Aby výsledná příze byla co nejstejnější, je velmi důležité tuto vlastnost sledovat již od počátku technologického procesu [2], [3].

2.2.1 Vyjádření hmotové nestejnoměrnosti

K analýze a porovnání úrovně hmotové nestejnoměrnosti slouží mnoho parametrů a charakteristických funkcí. Hmotová nestejnoměrnost může být vyjádřena:

a) parametry:

- lineární hmotová nestejnoměrnost U [%]
- kvadratická hmotová nestejnoměrnost CV [%]
- limitní hmotová nestejnoměrnost CV_{lim} , U_{lim} [%]
- index nestejnoměrnosti I
- výrobní nestejnoměrnost CV_f , U_f [%]
- strojová nestejnoměrnost CV_m , U_m [%]
- míra odchylek $DR(x, y)$ [%]

b) charakteristickými funkcemi:

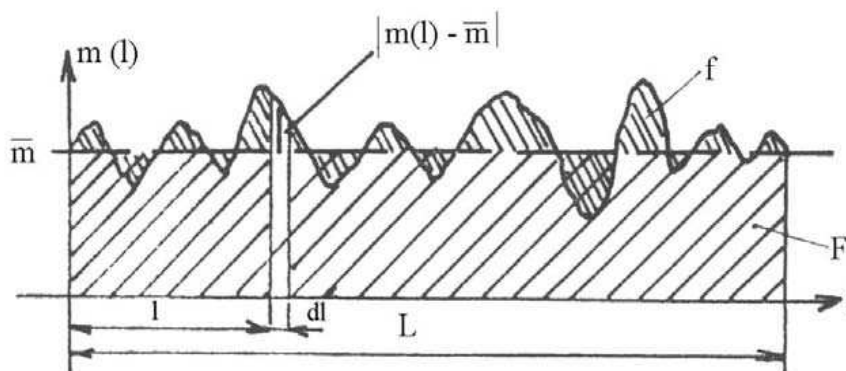
- spektrogram
- délková variační funkce
- DR funkce

2.2.1.1 Parametry hmotové nestejnoměrnosti**2.2.1.1.1 Lineární hmotová nestejnoměrnost**

Lineární hmotová nestejnoměrnost vyjadřuje střední lineární odchylku od střední hodnoty hmotnosti délkového úseku vláknenného útvaru [1].

$$U = \frac{100}{\bar{m} \cdot L} \int_0^L |m(l) - \bar{m}| dl \quad (1)$$

kde: U lineární hmotová nestejnoměrnost [%],
 $m(l)$ okamžitá hodnota hmotnosti délkového úseku přádelnického produktu,
 \bar{m} střední hodnota hmotnosti [g],
 Ldélka úseku [m].



Obr. 7 Grafické znázornění střední lineární nestejnoměrnosti U [2]

2.2.1.1.2 Kvadratická hmotová nestejnomyěrnost

Kvadratická hmotová nestejnomyěrnost odpovídá variačnímu koeficientu hmotnosti délkových úseků vlákenného útvaru. Je definována:

$$CV = \frac{100}{\bar{m}} \cdot \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L (m(l) - \bar{m})^2 dl} \quad (2)$$

kde: CV kvadratická hmotová nestejnomyěrnost [%],

$m(l)$ okamžitá hodnota hmotnosti délkového úseku přádelnického produktu,

\bar{m} střední hodnota hmotnosti [g],

L délka úseku [m].

2.2.1.1.3 Limitní hmotová nestejnomyěrnost

Praxe ukazuje, že není možné vyrobit absolutně stejnoměrnou přízi, protože vlákna jsou v přízi náhodně rozmístěna a mají také svoji nestejnomyěrnost. Limitní nestejnomyěrností je nazývána minimální možná nestejnomyěrnost. Pro výpočet lze použít základní Martindaleův vztah:

$$CV_{\lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

$$\text{přičemž: } n = \frac{T}{t} \quad (4)$$

kde: CV_{\lim} limitní kvadratická nestejnomyěrnost [%],

n průměrný počet vláken v průřezu přádelnického produktu,

T jemnost délkového přádelnického produktu [tex],

t jemnost vláken [tex] [1].

2.2.1.1.4 Index nestejnoměrnosti

Index nestejnoměrnosti je dán poměrem skutečně naměřené a limitní hmotové nestejnoměrnosti. Slouží k vyjádření míry nestejnoměrnosti vlákenného produktu, tzn. jak se reálný vlákenný produkt odchyluje od ideálního produktu ($I = 1$). Je také měřítkem pro dokonalost přádního procesu a jakost přádelnického produktu [1], [6].

$$I = \frac{CV_{ef}}{CV_{lim}} > 1 \quad (5)$$

$$\text{analogicky: } I = \frac{U_{ef}}{U_{lim}} > 1 \quad (6)$$

kde: I index nestejnoměrnosti,

CV_{ef}, U_{ef} skutečně naměřená kvadratická (lineární) nestejnoměrnost [%],

CV_{lim}, U_{lim} limitní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost [%].

2.2.1.1.5 Výrobní nestejnoměrnost

Jedná se o nestejnoměrnost způsobenou výrobním procesem. Je definována podle vztahu:

$$CV_f = \sqrt{CV_{ef}^2 - CV_{lim}^2} \quad (7)$$

$$\text{analogicky: } U_f = \sqrt{U_{ef}^2 - U_{lim}^2} \quad (8)$$

kde: $CV_f, (U_f)$ kvadratická (lineární) výrobní nestejnoměrnost [%],

$CV_{ef}, (U_{ef})$ efektivní (=skutečná) kvadratická (lineární) nestejnoměrnost [%],

$CV_{lim}, (U_{lim})$ limitní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost [%].

2.2.1.1.6 Strojová nestejnoměrnost

Strojová nestejnoměrnost je nestejnoměrnost, kterou vložil do produktu jeden stroj. Lze ji vypočítat podle vztahu:

$$CV_m = \sqrt{CV_{fn}^2 - CV_{fn-1}^2} \quad (9)$$

$$\text{analogicky: } U_m = \sqrt{U_{fn}^2 - U_{fn-1}^2} \quad (10)$$

kde: $CV_m, (U_m)$ strojová kvadratická (lineární) nestejnoměrnost [%],

$CV_{fn}, (U_{fn})$výrobní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost produktu na výstupu ze stroje [%],

$CV_{fn-1}, (U_{fn-1})$ výrobní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost produktu na vstupu do stroje [%] [1], [2].

2.2.1.1.7 Míra odchylek $DR(x, y)$

Míra odchylek je definována jako poměr součtu délek, při kterých celková nestejnoměrnost překročila nastavenou hranici a celkové proměřené délky příze. Je definována podle vztahu:

$$DR(x, y) = \frac{\sum l_i}{L_T} \cdot 100 \quad (11)$$

kde: x relativní odchylka od střední hodnoty hmotnosti na sledovaných úsecích,

y délka úseku [m],

l_i délka i-tého úseku vlákenného produktu, u kterého je dosažena, resp. překročena nastavená mez odchylek x [%],

L_T celková délka měřeného vlákenného produktu, na kterém jsou zjišťovány úseky l_i [m].

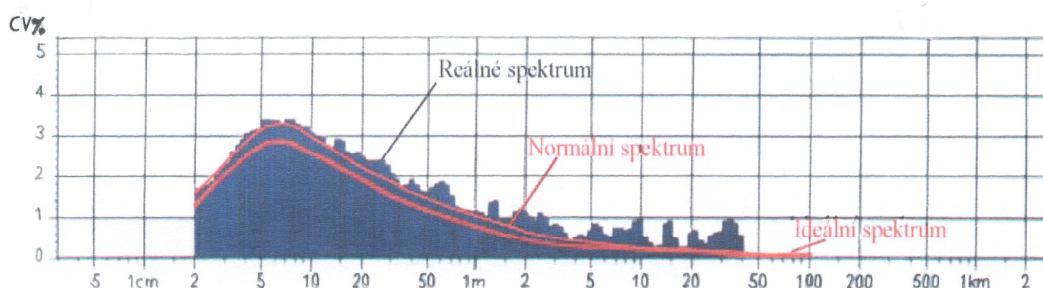
Hodnota míry odchylek je závislá na nastavených mezích x [%] a na délce úseku y [m]. Relativní odchylka se nejčastěji volí $x \pm 5 \%$ a délka úseku $y = 1,5 \text{ m}$ [15].

2.2.1.2 Charakteristické funkce hmotové nesterjnoměrnosti

2.2.1.2.1 Spektrogram

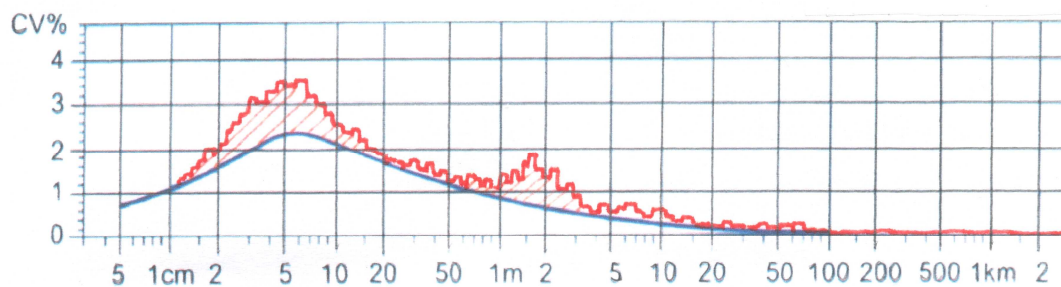
Spektrogram je definovaný jako amplitudový záznam harmonických složek kolísání hmoty délkového vlákenného produktu v závislosti na vlnové délce. Ve spektrogramu rozlišujeme 3 druhy spekter (obr. 8):

- a) ideální – spektrum ideálního produktu
- b) normální – spektrum bezvadného produktu
- c) reálné – spektrum měřeného vlákenného produktu [1]

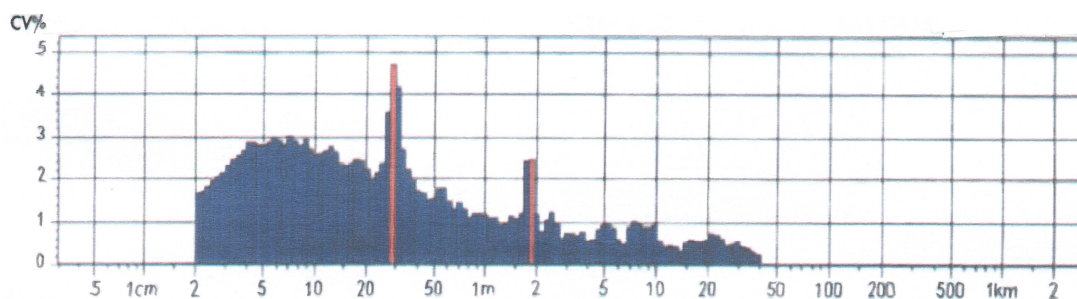


Obr. 8 Spektrogram skutečný, normální a ideální [14]

Analýzou spektrogramu je možné odhalit periodickou nesterjnoměrnost délkového vlákenného produktu, která je způsobená nesprávnou činností rotujících orgánů přádelnických strojů. Hmotová nesterjnoměrnost se ve spektrogramu projevuje formou kupovitých spekter, která jsou způsobena průtahovými vlnami, a formou charakteristických spekter způsobených mechanickou závadou stroje. Kupovitá a charakteristická spektra jsou znázorněna na obr. 9 a 10.



Obr. 9 Kupovitá spektra [14]



Obr. 10 Charakteristická spektra [14]

Podle tvaru spektrogramu lze zjistit průměrnou délku vláken v přízi jako průmět délky vláken do osy příze. Průměrná délka vláken se vypočte ze vztahu:

$$\bar{l} = \frac{\lambda_{\max}}{2,82} \quad (12)$$

kde: \bar{l} průměrná délka vláken [m],

λ_{\max} vlnová délka odpovídající maximální amplitudě harmonických složek kolísání hmotové nestejnoměrnosti příze zjištěná ze spektrogramu [m].

Metody používané k vyhodnocení spektrogramu

a) Metoda výpočtová

Tato metoda se používá k analýze mechanických závad. Je vhodná zejména tam, kde je podezření, že určitá část stroje je zdrojem závady.

Metoda spočívá ve stanovení vlnové délky vadné součásti stroje a v jejím porovnání s vlnovou délkou extrémní amplitudy ve spektrogramu. Jestliže se tyto dvě délky rovnají, je předpoklad vadné součásti stroje správný. Vlnová délka vadné součásti stroje se vypočte podle vztahu:

$$\lambda = \pi \cdot d \cdot P \quad (13)$$

kde: λdélka vlny harmonického kolísání hmotnosti produktu [m],

d průměr pravděpodobně vadného válečku [m],

P průtah mezi výstupními válečky a vadným válečkem.

b) Metoda frekvenční

Tato metoda se také využívá k analýze mechanických závad. Vychází z předpokladu, že frekvence vady je stejná jako frekvence součásti, která zanáší do délkového vlákného produktu vadu. Frekvence vadného dílu stroje je dána vztahem:

$$n_f = \frac{v}{\lambda_f} \quad (14)$$

kde: n_f frekvence vadného dílu stroje [1/min],

v výstupní rychlost produktu ze stroje [m/min],

λ_f délka vlny [m] [1], [2].

c) Identifikace vadných průtahových polí

Průtahové vlny se ve spektrogramu vyskytují ve formě kupovitého spektra a jsou způsobeny nedokonalou kontrolou vláken v průtahovém poli. K identifikaci vadných průtahových polí se používá vztah:

$$\lambda_m = k \cdot \bar{l} \cdot P \quad (15)$$

$$\text{z čehož vyplývá: } P = \frac{\lambda_m}{k \cdot \bar{l}} \quad (16)$$

kde: λ_m naměřená střední vlnová délka extrémní amplitudy kupovitého spektra [m],

k empirická konstanta (pramen: $k = 4$, přást: $k = 3,5$, příze: $k = 2,75$),

\bar{l} střední délka vlákna [m],

P průtah, který následuje po vadném průtahovém poli [1].

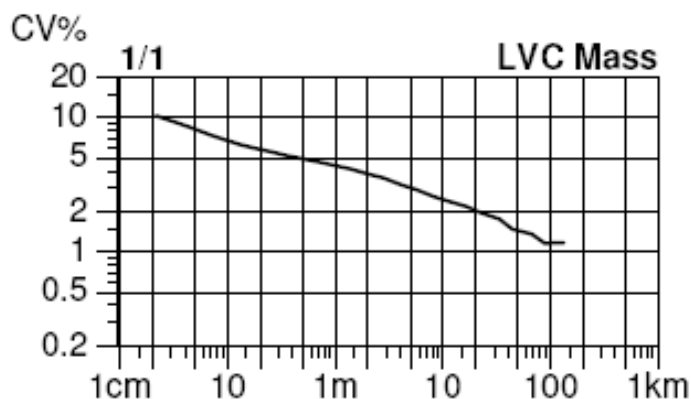
d) Metoda firmy Zellweger Uster

Tato metoda je kombinací metody frekvenční a metody identifikace průtahových vln. Vychází z předpokladu, že každý pracovní orgán stroje zanáší do příze nestejnoměrnost, která se ve spektrogramu objeví na jiné vlnové délce. Nejprve se vypočítají jednotlivé vlnové délky, které odpovídají pracovním orgánům přádelnických strojů a poté se ze spektrogramu odečte vlnová délka extrémní amplitudy harmonické složky nestejnoměrnosti, na které se objevilo charakteristické spektrum.

Pokud vlnová délka (na které pracuje vadná součást stroje) odpovídá vlnové délce extrémní amplitudy harmonické složky nestejnoměrnosti, je právě tento pracovní orgán zdrojem periodické nestejnoměrnosti [1].

2.2.1.2.2 Délková variační křivka

Délková variační křivka zobrazuje závislost vnější hmotové nestejnoměrnosti na délce úseku vlákenného produktu. Vnější hmotová nestejnoměrnost vyjadřuje variabilitu hmotnosti mezi úseky délky L . V některých pramenech se vnější hmotová nestejnoměrnost nazývá gradient vnější nestejnoměrnosti $CB(L)$.



Obr. 11 Délková variační křivka – rotorová příze (100% VS)

Délková variační křivka (DVK) zobrazuje vliv celé technologie na nestejnoměrnost příze. Pomocí délkové variační křivky je možné identifikovat neperiodickou nestejnoměrnost. DVK se vyhodnocuje porovnáním reálné délkové variační křivky s limitní délkovou variační křivkou, určením délky úseku, na kterém hmotová nestejnoměrnost vznikla a následnou identifikací stroje, který vnáší danou nestejnoměrnost [1], [2].

Stanovení limitní délkové variační křivky

a) Metoda výpočtová

Limitní DVK se stanoví na základě vztahů:

$$CV(L) = CV_{\text{lim}} \cdot \sqrt{1 - \frac{L}{3 \cdot \bar{l}}} \quad L \leq \bar{l} \quad (17)$$

$$CV(L) = CV_{\lim} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L} - \frac{\bar{l}^2}{3 \cdot L^2}} \quad L > \bar{l} \quad (18)$$

$$CV(L) = CV_{\lim} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}} \quad L \geq 6 \cdot \bar{l} \quad (19)$$

kde: $CV(L)$kvadratická nestejnoměrnost mezi úseky délky L [%],

CV_{\lim} limitní kvadratická nestejnoměrnost [%],

\bar{l} střední délka vlákna [m],

L délka úseku [m] [1].

b) Metoda zjednodušená

Zjednodušená metoda je odvozena z metody výpočtové. Logaritmováním vztahu (19) získáme:

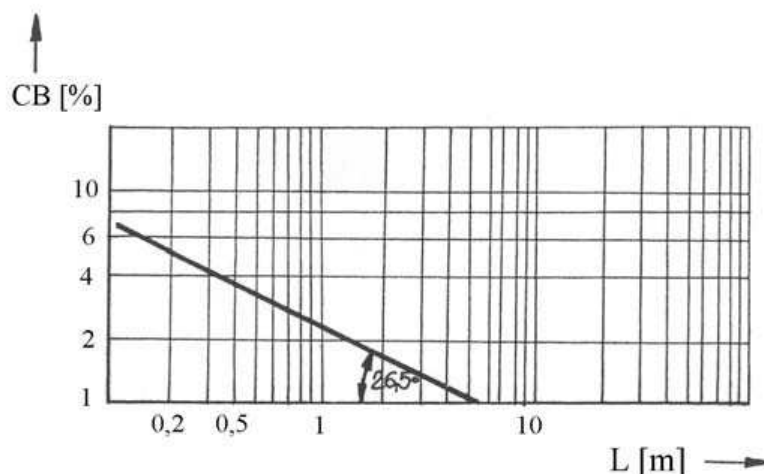
$$\log CV(L) = \log CV(0) + \frac{1}{2} \log \bar{l} - \frac{1}{2} \log L \quad (20)$$

což je rovnice přímky se směrnici $k = \operatorname{tg} \alpha = -\frac{1}{2}$

$$\alpha = -26,5^\circ$$

Do grafu délkové variační křivky se sestrojí v bodě $O = \left[L = 1m, CV(1) = \frac{100}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\bar{l}} \right]$

přímka pod úhlem $\alpha = -26,5^\circ$ limitní DVK. Přímka je znázorněna na obr. 12 [1].



Obr. 12 Limitní délková variační křivka [14]

Pokud se reálná délková variační křivka odchýlí od limitní křivky, charakterizuje to změnu hmotové nestejnoměrnosti. Odklon reálné DVK od limitní směrem nahoru znamená zhoršení a odklon směrem dolů zlepšení hmotové nestejnoměrnosti.

Podle délky úseku, kde došlo k odchýlení křivky, lze pomocí teorie Grosberg – Malatinzsky určit stroj, který způsobil změnu hmotové nestejnoměrnosti. Metoda vychází z předpokladu, že největší nestejnoměrnost vzniká na krátkých úsečkách. Tzv. základní referenční délka L_0 vymezuje délku těchto úseček. Tato délka je nezbytná pro výpočet délek, které odpovídají jednotlivým technologickým stupňům. Je definována vztahem:

$$L_0 = \bar{l} \cdot (1 + CV_l^2) \quad (21)$$

$$\text{nebo: } L_0 = k \cdot \bar{l} \quad (22)$$

kde: CV_l variační koeficient délky vláken,

k empirická konstanta (ba: $k = 1,18$, vl: $k = 1,27$, chem. vl: $k = 1$),

\bar{l} průměrná délka vláken v přízi [m].

Základní délka L_0 se vlivem průtahu zvětšuje, tudíž délka odpovídající i -tému technologickému stupni je dána vztahem:

$$L_i = L_0 \cdot P_{i-1} \quad (23)$$

kde: L_0 výchozí délka úseku přádelnického produktu (referenční délka),

L_i délka úseku produktu odpovídající i -tému technologickému stupni,

$i = 1$ dopřádací stroj

$i = 2$ předpřádací stroj, atd.

P_{i-1} celkový průtah v rozsahu jednotlivých technologických stupňů,

$i = 1$ $P_0 = 1$

$i = 2$ P_1 průtah na dopřádacím stroji

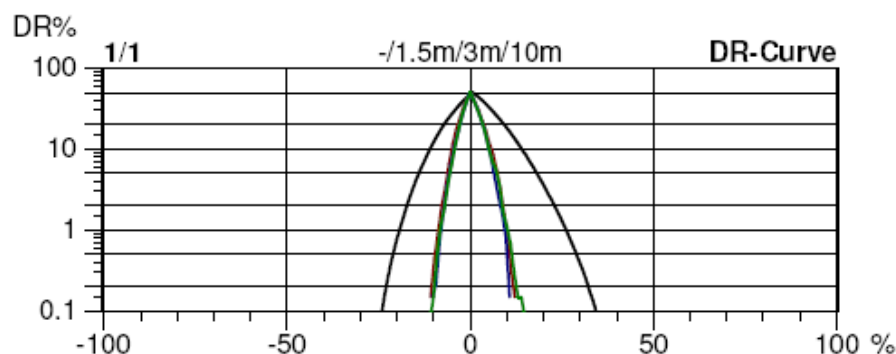
$i = 3$ P_2 celkový průtah na dopřádacím a předpřádacím stroji, atd.

Jestliže došlo k odchýlení reálné DVK od limitní směrem nahoru na délce L_i , lze předpokládat, že i -tý stroj v technologii má na hmotovou nestejnoměrnost negativní vliv. Naopak pokud dojde k odchýlení směrem dolů, lze usuzovat, že na i -tém stroji dochází k zestejnoměrnování vlákenného produktu – např. vlivem regulace [1], [2].

2.2.1.2.3 DR funkce (křivka)

Vnější křivka DR funkce zobrazuje míru odchylek s délkou úseku 1 cm. Délka úseku vnitřních křivek je uvedena nad grafem (obr. 13) a nastavuje se již před samotným měřením. DR funkce je ovlivněna neperiodickou nestejnoměrností.

Při 0 % odchylce hmotnosti (osa x) je míra odchylek vždy 50 %, jelikož 50 % všech naměřených délek je pod a 50 % je nad průměrnou hodnotou. Při vyhodnocování DR křivek se sleduje jejich symetrie a sklon. Čím jsou užší a symetričtější, tím je příze stejnoměrnější [15].

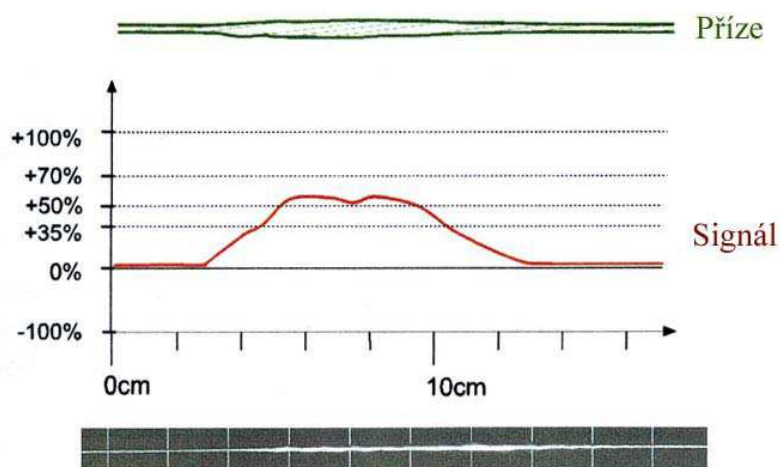


Obr. 13 DR křivka prstencové příze (100% VS)

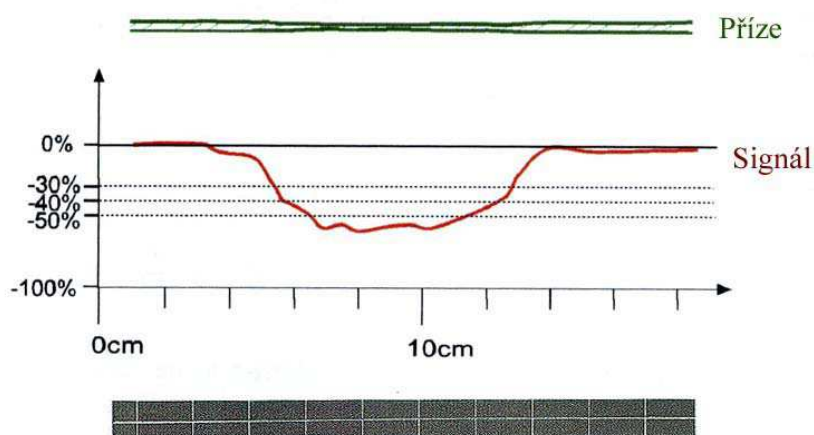
2.2.2 Druhy vad v přízi

Kvalitu příze lze kromě úrovně parametrů hmotové nestejnoměrnosti hodnotit i pomocí tzv. počtu vad v přízi. Vadou se rozumí silné, slabé místo nebo nopky, což je místo, kde dojde k zesílení nebo zeslabení příčného průřezu délkového útvaru o určitou míru. U silného místa je max. přírůstek 100 %, u slabého místa může být max. úbytek 60 %. Silná a slabá místa jsou důsledkem nedokonalého průtahu.

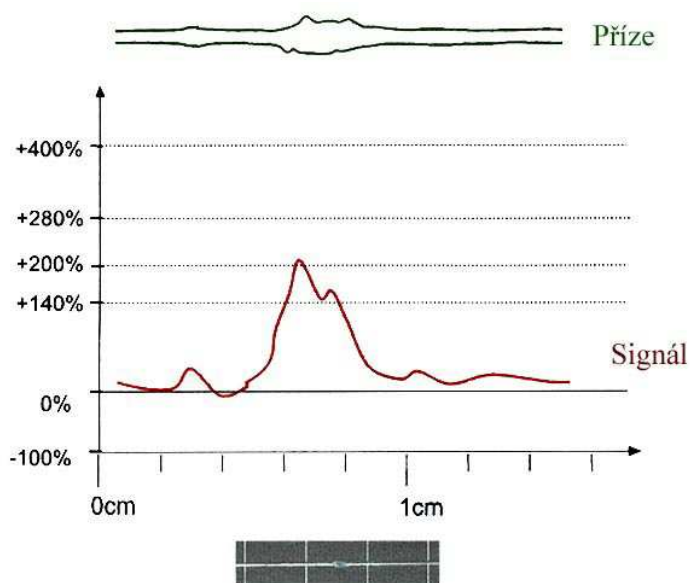
Počet vad je udáván na délku 1km a jsou zjišťovány v průběhu měření hmotové nestejnoměrnosti [1], [15].



Obr. 14 Silné místo v přízi a jemu odpovídající signál [1]



Obr. 15 Slabé místo v přízi a jemu odpovídající signál [1]



Obr. 16 Nopek v přízi a jemu odpovídající signál [1]

Nopek je definovaný jako chyba, jejíž délka je menší jak 4 mm a zesílení příčného průřezu je vyšší jak 140, 200, 280 a 400 %. Důvodem vzniku nopků je nedostatečné ojednocení vláken při technologické operaci mykání [15].

2.2.3 Měření hmotové nestejnoměrnosti

Hmotovou nestejnoměrnost délkových vlákenných útvarů lze měřit dvěma způsoby:

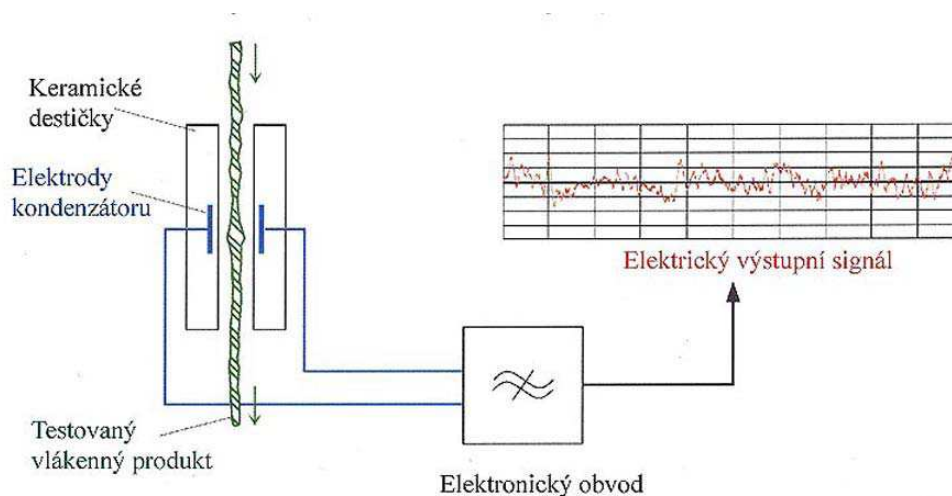
- kapacitní – např. Uster - Tester (UT 1-5)
- optický – např. Zweigle, QQM systém

2.2.3.1 Kapacitní způsob

Pro kapacitní způsob měření hmotové nestejnoměrnosti se nejčastěji používá aparatura fy Uster Technologies, AG, která se nazývá Uster - Tester.

Princip je založen na nepřímém měření kolísání hmotnosti délkové textilie, která prochází mezi deskami kondenzátoru. Změnou hmoty délkové textilie dojde ke změně kapacity kondenzátoru, která je převedena na změnu proudu. Tato změna proudu je úměrná změně hmotnosti délkové textilie. Princip měření je znázorněn na obr. 17. Výsledný signál je poté zpracován přístrojem pomocí Fourierovy transformace.

Připojením přídatných modulů k přístroji je také možné měřit chlupatost a průměr příze. Aparatura Uster – Tester také dokáže predikovat vzhled plošné textilie [1], [14].



Obr. 17 Princip měření na přístroji Uster – Tester [14]

2.2.3.2 Optický způsob

K optickému způsobu měření hmotové nestejnoměrnosti se používá přístroj fy Zweigle. Tento způsob měření využívá infračervené světlo. Měřená délková textilie prochází optickým čidlem, které snímá její průměr. Měřicí systém porovnává průměr měřené délkové textilie s konstantní referenční střední hodnotou a zaznamenává kolísání v délce a průměru.

Přístroj zaznamenává CV [%], silná, slabá místa a nopky. Stejně jako Uster – Tester konstruuje spektrogram a délkovou variační křivku. Na základě zjištěné hmotové nestejnoměrnosti a v závislosti na zvolené vazbě plošné textilie dokáže predikovat vzhled plošné textilie [1], [14].

2.2.3.3 QQM systém

Jedná se o přenosný přístroj určený pro měření a analýzu kvality příze (nestejnoměrnosti), viz. obr. 18. Je založen na optickém principu a k měření používá infra čidlo. Systém detekuje optické vady, měří průměr příze, stanovuje variabilitu průměru (CV optické) a přepočítává ji na kolísání hmotnosti (CV mass). Dokáže také orientačně určit jemnost příze a pomocí přídatného softwaru vykreslit spektrogram [14], [16].

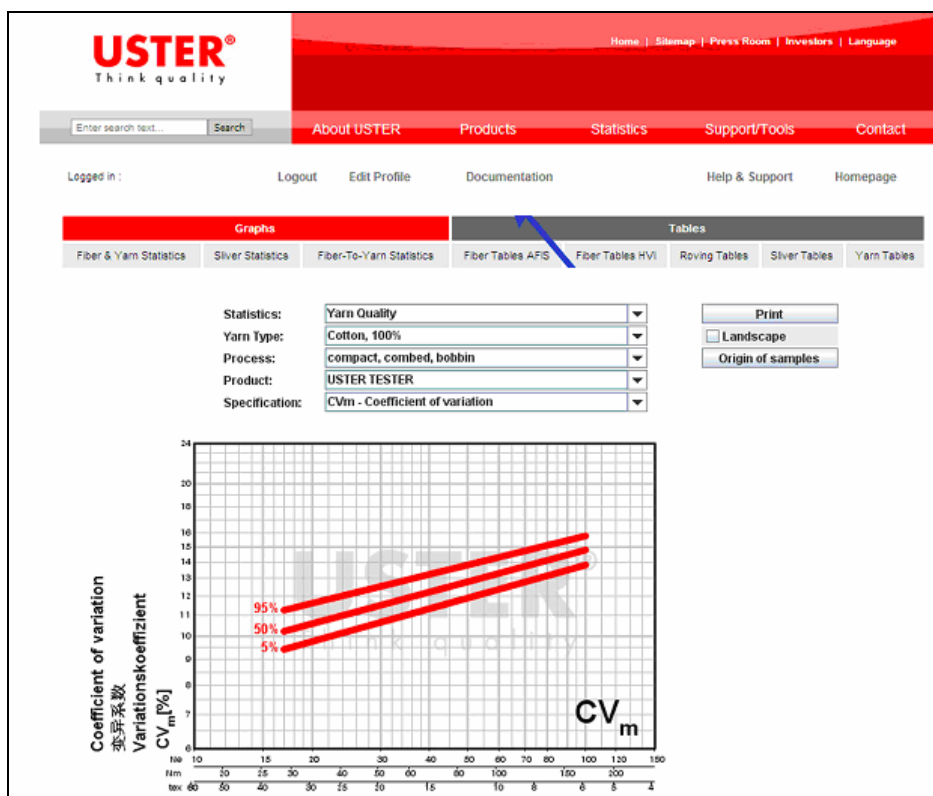


Obr. 18 Přenosný přístroj QQM [16]

2.2.4 Standardy Uster Statistics

Pomocí Standardů Uster Statistics lze porovnávat různé parametry hmotové nestejnoměrnosti vyrobené příze s ostatními na trhu se objevujícími přízemi stejného typu a jemnosti.

Firma Uster Technologies, AG shromažďuje a statisticky zpracovává celosvětové údaje o nestejnoměrnosti vyráběných přízí a v pravidelných časových intervalech tyto údaje vydává v podobě grafů, viz. obr. 19. Z grafů se lze dozvědět, kolik procent výrobců vyrábí danou přízi o stejné nebo lepší kvalitě. Např. je-li nestejnoměrnost příze určité jemnosti na 5% linii konstantní kumulativní četnosti, která prochází grafem, znamená to, že pouze 5 % výrobců na světě vyrábí danou přízi ve stejné nebo lepší kvalitě. Jedná se tedy o velmi kvalitní přízi [1], [17].



Obr. 19 Uster Statistics – standardní hodnoty kvadratické nestejnoměrnosti CV pro 100 % ba česanou přízi [17]

2.3 Vliv technologií na hmotovou nestejnomyěrnost příze

Každý technologický stupeň výroby příze do jisté míry ovlivňuje výslednou hmotovou nestejnomyěrnost. Hodnota hmotové nestejnomyěrnosti vlákenného útvaru závisí na :

- Hmotové nestejnomyěrnosti předlohy vstupující do stroje
- Vlivu příslušného technologického ústrojí [4]

2.3.1 Příprava materiálu k předení

V průběhu přípravy materiálu k předení je důležité, aby chomáče vláken byly důkladně rozvolněny a pokud je materiál různorodý, musí být zajištěno intenzivní míchání. Rozvolňování a míchání jsou tedy základem pro lepší hmotovou nestejnomyěrnost výsledné příze.

Hmotovou nestejnomyěrnost lze také ovlivnit regulací. Regulační zařízení čechracích strojů pracují na principu regulace dodávky materiálu do stroje (hmotnostní nebo objemová). Účelem regulace dodávky je zajistit rovnoměrný přívod vlákenného materiálu do stroje k získání stejnoměrného produktu [1], [2], [11].

2.3.2 Mykání

Jak již bylo uvedeno, při technologické operaci mykání dochází vlivem mykacích povlaků k intenzivnějšímu propracování vláken. Intenzivnější propracování vláken znamená lepší míru ojednocení a právě větší počet ojednocených vláken v průřezu vlákenného produktu zajišťuje nižší hmotovou nestejnomyěrnost.

Další možností zajištění nižší hmotové nestejnomyěrnosti je opět regulace. Regulační zařízení pracující na principu regulace průtahu vyrovnává nestejnomyěrnost na krátkých úsečkách, kterou do vlákenného produktu vkládá průtahové ústrojí. Podstatou regulace průtahu je systém otevřené a uzavřené smyčky nebo jejich kombinace. Použití automatického vyrovnávacího systému závisí na druhu vyrovnávané hmotové nestejnomyěrnosti (na krátkých, dlouhých úsecích) [1], [4].

2.3.3 Posukování

Posukování, tedy protahování a družení nejvíce ovlivňuje hmotovou nestejnomyšnost vlákněného útvaru. Jedná se o protikladné procesy, zatímco protahování hmotovou nestejnomyšnost prohlubuje, družení hmotovou nestejnomyšnost naopak vyrovnává.

Vlákněný materiál se vlivem průtahu ztenčuje díky rozdílné rychlosti podávacích a odváděcích válečků průtahového ústrojí. Při vstupu do průtahového ústrojí se vlákna pohybují rychlostí příváděcích válečků a pokud se jejich rychlost mění teprve tehdy, když se přední konec těchto vláken dostane do svěru odváděcích válečků, dochází k tzv. ideálnímu průtahu. Tato vlákna jsou stejně dlouhá a nebo delší než je průtahové pole (vzdálenost mezi linií stisku odváděcích a příváděcích válečků příslušné průtahové zóny) a nazývají se vlákna kontrolovaná. Při tzv. ideálním průtahu vzniká nejmenší hmotová nestejnomyšnost.

V průtahovém poli se však vedle kontrolovaných vláken nacházejí vlákna nekontrolovatelná, tzv. plovoucí vlákna. Tato vlákna nejsou hned po opuštění svěrné linie příváděcích válečků zachycena odváděcími válečky, jejich pohyb je tak po jistou dobu nekontrolován. Plovoucí vlákna mají velký vliv na prohloubení hmotové nestejnomyšnosti.

Vlivem protahování se také ve vlákněném produktu projeví tzv. latentní nestejnomyšnost. Jedná se o nestejnomyšnost na velmi krátkých úsecích, kterou není měřicí aparatura schopna změřit. V důsledku protahování se tato latentní nestejnomyšnost posune na střední a dlouhé úsecy.

Se zvětšujícím se průtahem se hmotová nestejnomyšnost vlákněného útvaru zhoršuje. Protahování tedy stejnoměrnost zhoršuje, především na krátkých úsecích.

Družení je nejznámější zestejnomyšňující proces v přádelnické technologii. Vyrovnává hmotovou nestejnomyšnost na velmi krátkých úsecích. K zestejnomyšnění dochází tím, že silná místa jedněch pramenů se setkávají se slabými místy druhých pramenů a opačně. Čím více pramenů se druzí, tím vyšší je účinnost družení, což dokazuje i níže uvedený vztah (24) [10], [11], [18].

$$CV(m) = \frac{CV_0(m)}{\sqrt{n}} \quad (24)$$

kde: $CV(m)$ variační koeficient hmotnosti úseků sdružovaného pramene [%],

$CV_0(m)$ variační koeficient hmotnosti úseků pramene [%],

n počet družných pramenů [2].

Tento vztah ukazuje, že vlivem družení dochází ke snížení výsledného variačního koeficientu hmotnosti úseků sdružovaného pramene. Nebo-li původní variační koeficient jednoduchého pramene $CV_0(m)$ je \sqrt{n} - krát větší než variační koeficient sdruženého pramene $CV(m)$ [2].

2.3.4 Klasický způsob dopřádání

Po technologické operaci posukování je výsledný pramen předkládán křídlovému předpřádacímu stroji, kde se vlivem průtahu prohlubuje hmotová nestejnomyšnost přádelnického produktu. Jak již bylo uvedeno, hmotovou nestejnomyšnost negativně ovlivňují i tzv. plovoucí vlákna. Proto se na křídlovém předpřádacím stroji používají průtahová ústrojí s kontrolou pohybu vláken. Vznikají tak předpoklady pro dosažení lepší stejnoměrnosti výsledného produktu.

Vyrobený přást je následně přiváděn na prstencový dopřádací stroj. Obdobně jako na křídlovém předpřádacím stroji je v důsledku protahování prohlubována hmotová nestejnomyšnost výsledné příze. Vlákenný produkt tedy není již od posukování regulován a proto mají prstencové příze vyšší hmotovou nestejnomyšnost než příze rotorové, u kterých je nestejnomyšnost na krátkých úsecích vyrovnávána cyklickým družením [4], [10].

2.3.5 Bezvřetenové rotorové dopřádání

Regulovaný pramen z posukovacího stroje je předlohou pro rotorový dopřádací stroj. Na vstupu rotorového dopřádacího stroje jsou z pramene působením ojednocovacího ústrojí vyčesávána jednotlivá vlákna, resp. menší skupiny vláken. Tím se prohlubuje míra ojednocení, což má pozitivní vliv na hmotovou nestejnoměrnost výsledné příze. Na druhé straně poměrně vysoký průtah v ojednocovacím ústrojí hmotovou nestejnoměrnost navyšuje, cyklické družení ji však účelně tlumí. Cyklické družení vyrovnává hmotovou nestejnoměrnost na vlnových délkách:

$$\lambda \leq 1,25Nu \quad (25)$$

Naopak k prakticky žádnému vyrovnávacímu účinku nedochází u harmonických složek o vlnové délce:

$$\lambda > 4Nu \quad (26)$$

kde: N míra cyklického družení,

u obvod sběrného povrchu [m] [10].

Rotorové předení má tedy lepší předpoklady pro snížení hmotové nestejnoměrnosti v porovnání s klasickým předením v důsledku funkce systému cyklického družení, které vyrovnává hmotovou nestejnoměrnost na krátkých úsecích.

V dnešní době se dostáváme do oblasti vysokoobrátkového dopřádání, kdy v důsledku narůstající frekvence otáčení rotoru klesá kvalita výsledné příze. S rostoucí frekvencí otáčení rotoru je nutné zmenšovat průměr rotoru, čímž se snižuje míra cyklického družení a to má za následek zhoršení hmotové nestejnoměrnosti výsledné příze.

Velikost cyklického družení je dána vztahem:

$$N = \pi \cdot d_3 \cdot Z \cdot \eta \quad (27)$$

kde: N míra cyklického družení,

d_3 průměr sběrného povrchu [m],

Z počet zákrutů [1/m],

η součinitel zkrácení stužky v přízi [10].

Ze vztahu je patrné, že čím menší bude průměr rotoru v důsledku zvyšování frekvence otáčení rotoru, tím menší bude také míra cyklického družení. Hmotová nestejnomyšlnost výsledné příze bude tedy podstatně vyšší [9], [18].

2.4 Statistické zpracování dat

Ke statistickému zpracování naměřených dat byly použity níže uvedené vztahy:

Průměrná hodnota

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (28)$$

Výběrový rozptyl

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (29)$$

Směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{s^2} \quad (30)$$

Variační koeficient

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (31)$$

95 % interval spolehlivosti

$$IS = \bar{x} \pm t_{0,975} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (32)$$

kde: $t_{0,975}(n-1)$ kvantil Studentova rozdělení

3. Experimentální část

Cílem této práce je:

- Na souboru vzorků rotorových a prstencových přízí vyrobených v s. r. o. Kümpers Textil Plavy naměřit vybrané parametry a charakteristické funkce hmotové nestejnoměrnosti.
- Na základě provedených měření vyhodnotit strukturu hmotové nestejnoměrnosti a zjistit podstatné rozdíly mezi rotorovou a prstencovou přízí.
- Uvést předpoklady pro možné zkracování rotorové a prstencové technologie.

V s. r. o. Kümpers Textil Plavy byly vypředeny 100% viskóзовé prstencové a rotorové příze o jemnostech 29,5; 20; 16,5 tex. Jemnost vláken byla 1,3 dtex a vlákna byla dlouhá 38 – 40 mm. Tyto parametry vláken byly u všech přízí stejné. Zákruty a zákrutové koeficienty jednotlivých přízí jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Od každé jemnosti bylo k dispozici 10 cívek (z různých spřádacích míst) rotorové příze a 40 potáčů příze prstencové, přičemž vždy 4 potáče byly ze stejného spřádacího místa.

Hmotová nestejnoměrnost byla proměřena v laboratořích katedry textilních technologií na přístroji Uster Tester 4 - SX. Získaná data byla následně statisticky zpracována podle vztahů (28), (29), (30), (31), (32). Vyhodnocením a porovnáním parametrů a charakteristických funkcí hmotové nestejnoměrnosti byly zjištěny rozdíly mezi rotorovou a prstencovou přízí. Nakonec byla pomocí standardů Uster Statistics zhodnocena kvalita přízí. Jednotlivé kroky experimentu jsou popsány v následujících kapitolách.

Tab. 1 Zákruty a zákrutové koeficienty jednotlivých přízí

Technologie	Jemnost příze T [tex]	Jmenovitý zákrut Z [m^{-1}]	Phrixův zákrutový koeficient [$\text{m}^{-1}\text{ktex}^{2/3}$]	Koechlinův zákrutový koeficient [$\text{m}^{-1}\text{ktex}^{1/2}$]
Rotorová	29,5	643	61	110
	20	812	60	115
	16,5	915	59	118
Prstencová	29,5	645	62	111
	20	778	57	110
	16,5	851	55	109

3.1 Měření hmotové nestejnoměrnosti

Hmotová nestejnoměrnost byla měřena na přístroji Uster Tester 4 – SX podle normy ČSN 80 0706. Před samotným měřením bylo nutné vybrat report, ve kterém byly nastaveny požadované parametry a charakteristické funkce hmotové nestejnoměrnosti.

Při rychlosti 400 m/min po dobu 5 minut bylo od dané jemnosti rotorové příze provedeno 50 měření. Prstencová příze byla proměřována za stejných podmínek jako příze rotorová, kvůli nedostatku materiálu bylo od každé jemnosti provedeno pouze 40 měření.

Některé protokoly z měření hmotové nestejnoměrnosti příze jsou součástí přílohy č. 1. Naměřená data byla také vyhodnocena v programu QC Expert – viz. příloha č. 2. Statistické vyhodnocení výsledků měření je uvedeno v následujících tabulkách.

a) rotorová příze – $T = 29,5$ tex

Tab. 2 Výsledky měření hmotové nestejnoměrnosti

	\bar{x}	s	v [%]	95% IS
<i>CVm</i> [%]	12,769	0,223	1,746	<12,706 ; 12,832>
<i>CVm (1m)</i> [%]	4,461	0,198	4,438	<4,405 ; 4,517>
<i>CVm (3m)</i> [%]	3,432	0,151	4,400	<3,389 ; 3,475>
<i>CVm (10m)</i> [%]	2,266	0,147	6,487	<2,224 ; 2,308>
<i>CVm (50m)</i> [%]	1,110	0,150	13,514	<1,068 ; 1,152>
<i>CVm (100m)</i> [%]	0,722	0,164	22,715	<0,676 ; 0,768>
<i>Thin -30 %</i> [1/km]	1324	164	12	<1278 ; 1370>
<i>Thin -50 %</i> [1/km]	1	1	100	<0 ; 5>
<i>Thick +35 %</i> [1/km]	252	34	13	<242 ; 262>
<i>Thick +50 %</i> [1/km]	15	7	47	<9 ; 25>
<i>Neps +200 %</i> [1/km]	25	13	52	<16 ; 37>
<i>Neps +280 %</i> [1/km]	3	5	167	<1 ; 9>

b) rotorová příze – $T = 20$ tex

Tab. 3 Výsledky měření hmotové nestejnoměrnosti

	\bar{x}	s	v [%]	95% IS
<i>CVm</i> [%]	14,898	0,329	2,208	<14,805 ; 14,991>
<i>CVm (1m)</i> [%]	5,276	0,391	7,411	<5,165 ; 5,387>
<i>CVm (3m)</i> [%]	4,197	0,315	7,505	<4,108 ; 4,286>
<i>CVm (10m)</i> [%]	2,727	0,183	6,711	<2,675 ; 2,779>
<i>CVm (50m)</i> [%]	1,219	0,157	12,879	<1,175 ; 1,263>
<i>CVm (100m)</i> [%]	0,787	0,133	16,900	<0,749 ; 0,825>
<i>Thin -30 %</i> [1/km]	3184	358	11	<3083 ; 3285>
<i>Thin -50 %</i> [1/km]	21	9	43	<13 ; 32>
<i>Thick +35 %</i> [1/km]	628	90	14	<603 ; 653>
<i>Thick +50 %</i> [1/km]	61	17	28	<56 ; 66>
<i>Neps +200 %</i> [1/km]	222	69	31	<202 ; 242>
<i>Neps +280 %</i> [1/km]	10	5	50	<5 ; 18>

c) rotorová příze – $T = 16,5$ tex

Tab. 4 Výsledky měření hmotové nestejnoměrnosti

	\bar{x}	s	v [%]	95% IS
<i>CVm</i> [%]	15,516	0,475	3,061	<15,382 ; 15,650>
<i>CVm (1m)</i> [%]	5,197	0,294	5,657	<5,114 ; 5,280>
<i>CVm (3m)</i> [%]	4,299	0,277	6,443	<4,221 ; 4,377>
<i>CVm (10m)</i> [%]	3,014	0,299	9,920	<2,929 ; 3,099>
<i>CVm (50m)</i> [%]	1,713	0,390	22,767	<1,603 ; 1,823>
<i>CVm (100m)</i> [%]	1,238	0,314	25,363	<1,149 ; 1,327>
<i>Thin -30 %</i> [1/km]	4078	552	14	<3922 ; 4234>
<i>Thin -50 %</i> [1/km]	50	19	38	<45 ; 55>
<i>Thick +35 %</i> [1/km]	781	133	17	<743 ; 819>
<i>Thick +50 %</i> [1/km]	82	23	28	<75 ; 89>
<i>Neps +200 %</i> [1/km]	351	120	34	<317 ; 385>
<i>Neps +280 %</i> [1/km]	15	7	47	<9 ; 25>

d) prstencová příze – $T = 29,5$ tex

Tab. 5 Výsledky měření hmotové nestejnoměrnosti

	\bar{x}	s	v [%]	95% IS
<i>CVm</i> [%]	11,740	0,999	8,509	<11,421 ; 12,059>
<i>CVm (1m)</i> [%]	4,797	0,600	12,508	<4,605 ; 4,989>
<i>CVm (3m)</i> [%]	3,959	0,568	14,347	<3,778 ; 4,140>
<i>CVm (10m)</i> [%]	3,249	0,514	15,820	<3,085 ; 3,413>
<i>CVm (50m)</i> [%]	2,281	0,547	23,981	<2,106 ; 2,456>
<i>CVm (100m)</i> [%]	1,944	0,524	26,955	<1,777 ; 2,111>
<i>Thin -30 %</i> [1/km]	286	99	35	<254 ; 318>
<i>Thin -50 %</i> [1/km]	2	2	100	<0 ; 7>
<i>Thick +35 %</i> [1/km]	126	41	33	<113 ; 139>
<i>Thick +50 %</i> [1/km]	19	7	37	<12 ; 30>
<i>Neps +200 %</i> [1/km]	26	7	27	<17 ; 38>
<i>Neps +280 %</i> [1/km]	7	2	29	<3 ; 14>

e) prstencová příze – $T = 20$ tex

Tab. 6 Výsledky měření hmotové nestejnoměrnosti

	\bar{x}	s	ν [%]	95% IS
<i>CVm</i> [%]	13,128	0,801	6,101	<12,872 ; 13,384>
<i>CVm (1m)</i> [%]	4,930	0,550	11,156	<4,754 ; 5,106>
<i>CVm (3m)</i> [%]	3,966	0,550	13,868	<3,790 ; 4,142>
<i>CVm (10m)</i> [%]	3,148	0,519	16,487	<2,982 ; 3,314>
<i>CVm (50m)</i> [%]	1,969	0,465	23,616	<1,820 ; 2,118>
<i>CVm (100m)</i> [%]	1,451	0,401	27,636	<1,323 ; 1,579>
<i>Thin -30 %</i> [1/km]	965	350	36	<853 ; 1077>
<i>Thin -50 %</i> [1/km]	2	1	50	<0 ; 7>
<i>Thick +35 %</i> [1/km]	301	70	23	<279 ; 323>
<i>Thick +50 %</i> [1/km]	43	14	33	<39 ; 47>
<i>Neps +200 %</i> [1/km]	77	22	29	<70 ; 84>
<i>Neps +280 %</i> [1/km]	18	6	33	<11 ; 28>

f) prstencová příze – $T = 16,5$ tex

Tab. 7 Výsledky měření hmotové nestejnoměrnosti

	\bar{x}	s	ν [%]	95% IS
<i>CVm</i> [%]	15,031	0,702	4,670	<14,807 ; 15,255>
<i>CVm (1m)</i> [%]	4,965	0,400	8,056	<4,837 ; 5,093>
<i>CVm (3m)</i> [%]	4,060	0,430	10,591	<3,923 ; 4,197>
<i>CVm (10m)</i> [%]	3,415	0,380	11,127	<3,294 ; 3,536>
<i>CVm (50m)</i> [%]	2,160	0,268	12,407	<2,074 ; 2,246>
<i>CVm (100m)</i> [%]	1,669	0,204	12,223	<1,604 ; 1,734>
<i>Thin -30 %</i> [1/km]	1976	209	11	<1909 ; 2043>
<i>Thin -50 %</i> [1/km]	31	13	42	<27 ; 35>
<i>Thick +35 %</i> [1/km]	501	48	10	<486 ; 516>
<i>Thick +50 %</i> [1/km]	76	10	13	<73 ; 79>
<i>Neps +200 %</i> [1/km]	101	13	13	<97 ; 105>
<i>Neps +280 %</i> [1/km]	25	4	16	<16 ; 37>

3.2 Charakteristické funkce hmotové nestejnoměrnosti

3.2.1 Vyhodnocení spektrogramů

3.2.1.1 Průměrná délka vláken

Ze spektrogramů přízí byly odečteny vlnové délky odpovídající maximální amplitudě harmonických složek kolísání hmotové nestejnoměrnosti a z těchto hodnot byla podle vztahu (28) stanovena průměrná hodnota. Na základě vztahu (12) byla poté vypočtena průměrná délka vláken. Výsledky jsou zapsány v tabulce č. 8.

Tab. 8 Průměrná délka vláken \bar{l} [m]

Technologie	Jemnost příze [tex]	$\bar{\lambda}_{\max}$ [m]	\bar{l} [m]
Rotorová	29,5	0,068	0,024
	20	0,068	0,024
	16,5	0,068	0,024
Prstencová	29,5	0,095	0,034
	20	0,095	0,034
	16,5	0,095	0,034

3.2.1.2 Analýza mechanických závad

Pomocí frekvenční metody (kap. 2.2.1.2.1 Spektrogram) byla zjištěna frekvence součásti stroje, která do příze zanesla vadu. Jelikož nebyly k dispozici skutečné frekvence jednotlivých pracovních orgánů stroje, nebylo možné určit, který pracovní orgán vkládá do příze vadu.

Vypočtené frekvence vadného dílu stroje jsou uvedeny v tabulkách 9 a 10. Podrobný výpočet je součástí přílohy č. 3.

a) rotorová příze

Tab. 9 Frekvence vadného dílu stroje

Jemnost příze [tex]	Spřádací místo	Frekvence vadného dílu stroje [1/min]
29,5	3. spřádací místo	180
	5. spřádací místo	198
	9. spřádací místo	245
20	1. spřádací místo	153
	5. spřádací místo	153
	9. spřádací místo	153
	10. spřádací místo	153
16,5	6. spřádací místo	109

b) prstencová příze

Tab. 10 Frekvence vadného dílu stroje

Jemnost příze [tex]	Spřádací místo	Frekvence vadného dílu stroje [1/min]
29,5	2., 5., 7. spřádací místo	25
	4., 6., 9., 10. spřádací místo	26
20	2. spřádací místo	16
	5., 7., 9. spřádací místo	14
16,5	4., 6., 7., 8., 9., 10. spřádací místo	12
	2., 3., 5. spřádací místo	12

3.2.2 Vyhodnocení délkových variačních křivek

Vyhodnocení délkových variačních křivek spočívá v jejich porovnání s limitní DVK, určení délky úseku, na kterém nestejnomyšernost vznikla, a následné identifikaci stroje, který tuto nestejnomyšernost zanesl.

Limitní délková variační křivka byla stanovena výpočtovou metodou. Ke třem vybraným délkám úseků L byly vypočteny hodnoty kvadratické nestejnomyšernosti $CV(L)$, ze kterých byla následně sestrojena limitní délková variační křivka.

Pro délku $L = 0,1$ m byl použit vztah (18) a pro délky $L = 1$ m a 10 m byl aplikován vztah (19). Postup výpočtu je uveden v příloze č. 4. Vypočtené hodnoty kvadratické nestejnoměrnosti $CV(L)$ jsou zaznamenány v tabulce 11.

Tab. 11 Stanovení limitní DVK

Technologie	Jemnost příze T [tex]	Jemnost vláken t [tex]	$CV(L)$ [%] ($L = 0,1$ m)	$CV(L)$ [%] ($L = 1$ m)	$CV(L)$ [%] ($L = 10$ m)
Rotorová	29,5	0,13	3,119	1,028	0,325
	20	0,13	3,788	1,249	0,395
	16,5	0,13	4,171	1,375	0,435
Prstencová	29,5	0,13	3,645	1,224	0,387
	20	0,13	4,427	1,487	0,470
	16,5	0,13	4,873	1,637	0,518

Aby bylo možné identifikovat stroj, který způsobil změnu hmotové nestejnoměrnosti, bylo nutné určit délky úseků odpovídající danému technologickému stupni. Pro tento účel byla použita metoda Grosberg – Malatinzsky (kap. 2.2.1.2.2 Délková variační křivka). Nejdříve byla na základě vztahu (22) stanovena tzv. základní referenční délka L_0 , poté byly podle vztahu (23) vypočteny konkrétní délky úseků L_i .

Délky úseků odpovídající danému technologickému stupni jsou uvedeny v tabulkách 12 a 13. Na obr. 20, 21 je v grafech délkové variační křivky zakreslena limitní DVK a vymezeny jednotlivé délky úseků L_i . Délkové variační křivky ostatních přízí jsou součástí přílohy č. 5.

a) rotorová příze

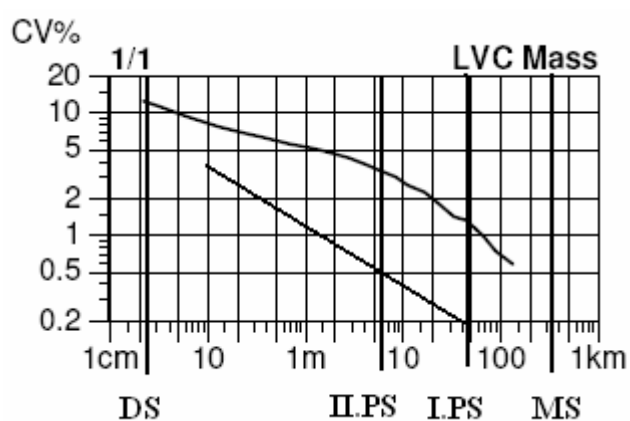
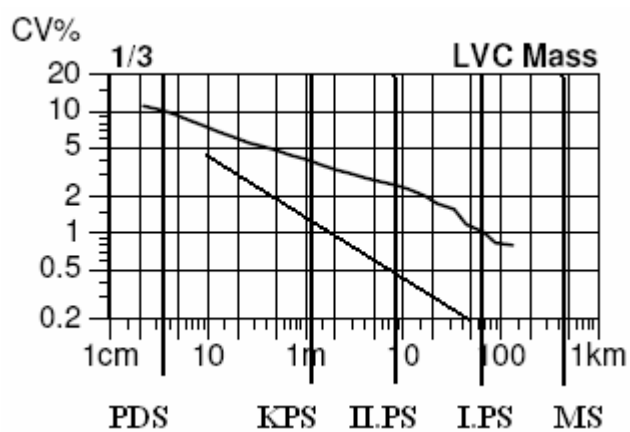
Tab. 12 Délky úseků odpovídající danému technologickému stupni

Jemnost příze [tex]	L_0 [m]	DS [m]	$II. PS$ [m]	$I. PS$ [m]	MS [m]
29,5	0,024	0,024	4,080	32,640	217,709
20	0,024	0,024	6	48	320,160
16,5	0,024	0,024	7,200	57,600	384,190

b) prstencová příze

Tab. 13 Délky úseků odpovídající danému technologickému stupni

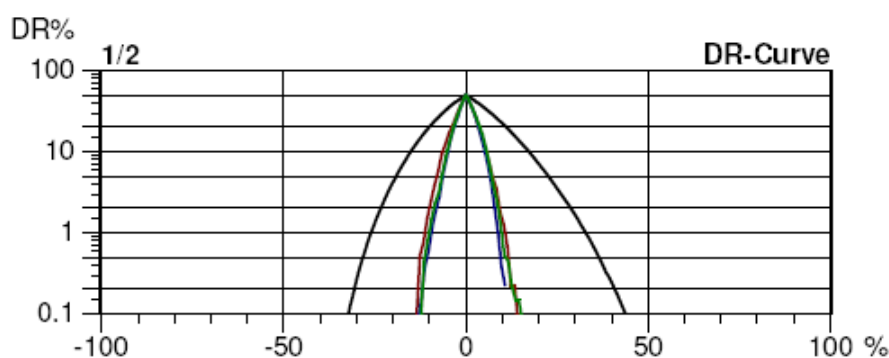
Jemnost příze [tex]	L_0 [m]	PDS [m]	KPS [m]	$II. PS$ [m]	$I. PS$ [m]	MS [m]
29,5	0,034	0,034	0,771	5,781	46,247	308,466
20	0,034	0,034	1,133	8,499	67,993	453,515
16,5	0,034	0,034	1,360	10,200	81,600	544,272

Obr. 20 Délková variační křivka rotorové příze $T = 20$ texObr. 21 Délková variační křivka prstencové příze $T = 20$ tex

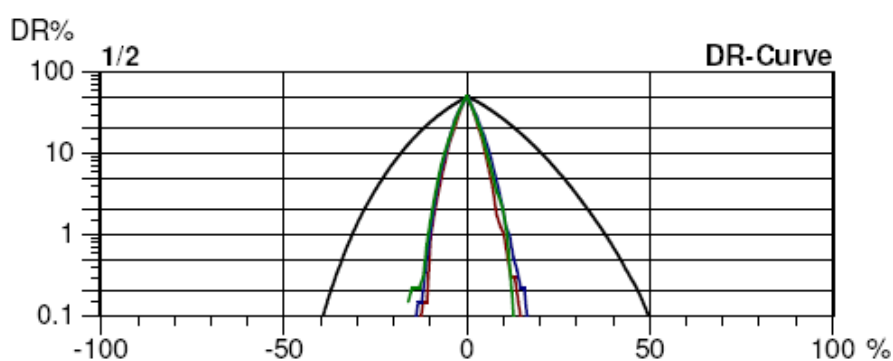
3.2.3 Vyhodnocení DR funkcí

O DR funkcích obecně platí, že čím jsou užší (méně se odchylující od svislé přímky v bodě $\Delta x = 0$) a symetričtější, tím je výsledná příze stejnoměrnější. Toto tvrzení bylo prokázáno i v experimentu.

Porovnáním vnějších křivek DR funkcí bylo zjištěno, že u hrubších přízí (rotorových i prstencových) jsou DR funkce užší a symetričtější než u přízí jemnějších, neboť hrubší příze vykazují lepší hmotovou nestejnomyšnost než příze jemnější. Průběh DR funkcí v závislosti na jemnosti prstencových přízí je znázorněn na obr. 22 a 23.



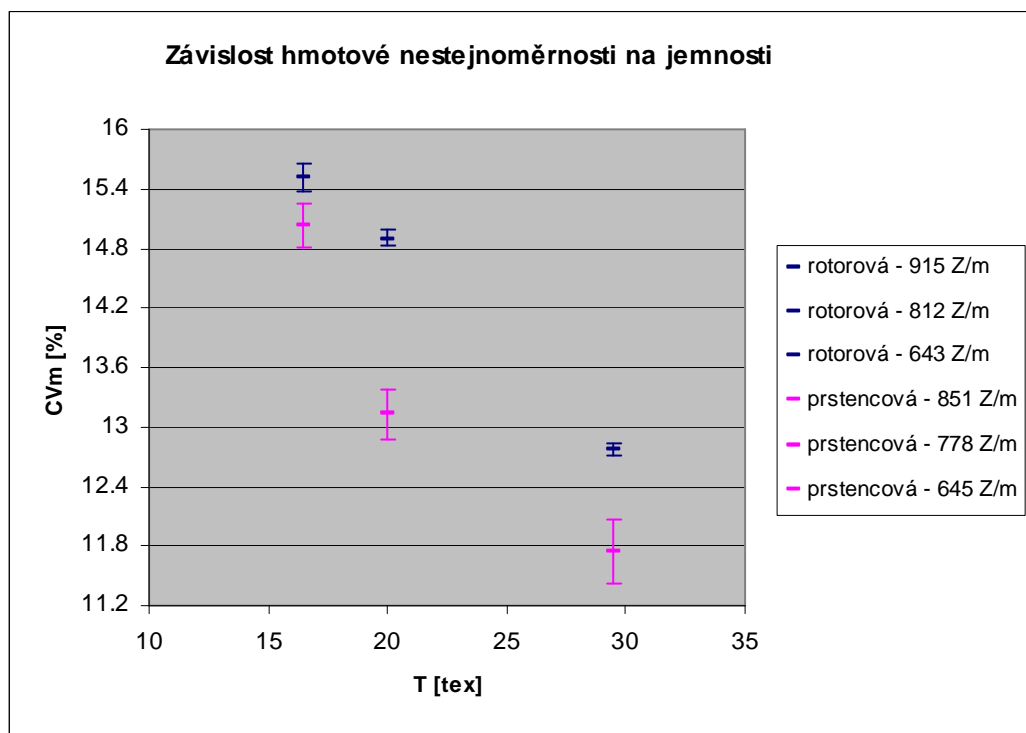
Obr. 22 DR funkce prstencové příze $T = 20$ tex



Obr. 23 DR funkce prstencové příze $T = 16,5$ tex

3.3 Rozdíly mezi rotorovými a prstencovými přízemi

3.3.1 Porovnání parametrů hmotové nestejnoměrnosti



Obr. 24 Závislost hmotové nestejnoměrnosti na jemnosti přízí

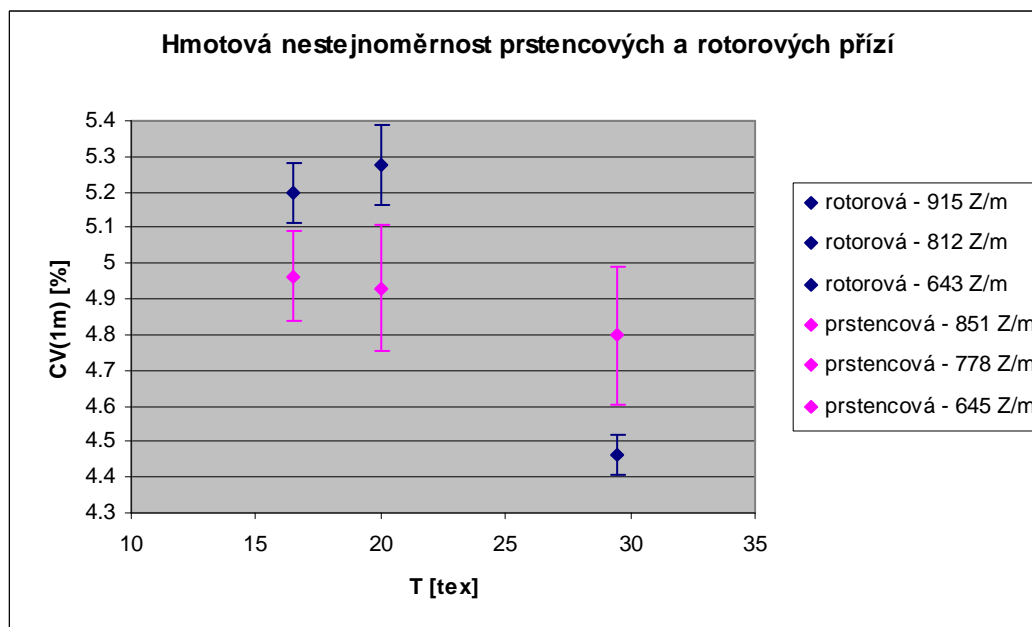
Diskuse

Na obr. 24 je znázorněna závislost kvadratické hmotové nestejnoměrnosti CV_m na jemnosti rotorových a prstencových přízí. Intervaly spolehlivosti středních hodnot parametru CV_m se v případě jednotlivých jemností přízí nepřekrývají, což znamená, že jemnost výrazně ovlivňuje hmotovou nestejnoměrnost příze.

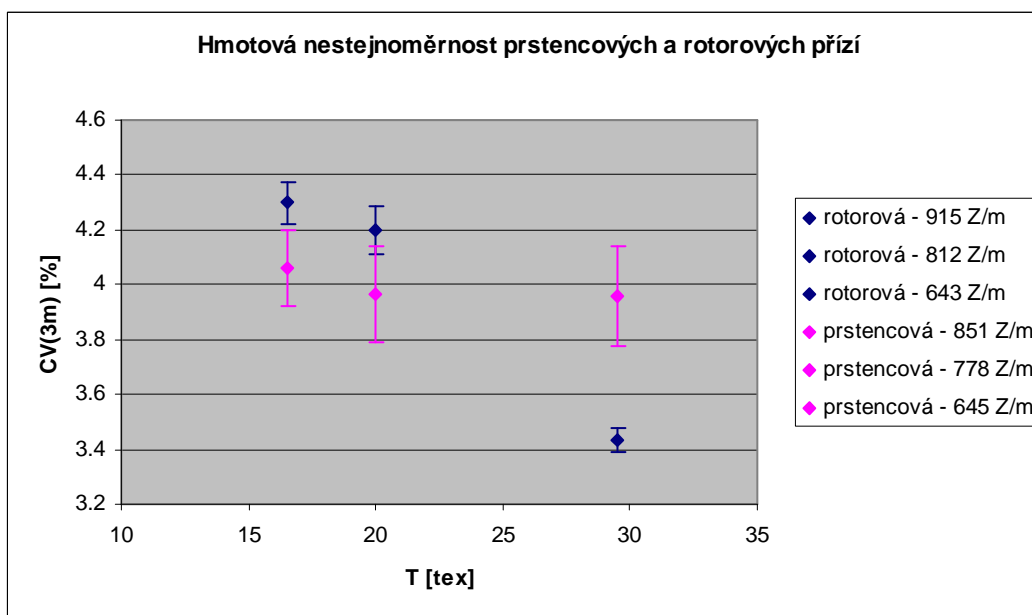
Z grafu je vidět, že jemnější příze mají vyšší hmotovou nestejnoměrnost než hrubší příze. Je to způsobeno tím, že jemnější příze mají v průřezu méně vláken v porovnání s přízemi hrubšími.

Dále je patrné, že příze rotorové mají v tomto případě vyšší hmotovou nestejnoměrnost než příze prstencové. Obecně platí, že rotorové příze mají v důsledku cyklického družení lepší hmotovou nestejnoměrnost než příze prstencové.

Rotorové příze však byly vypředeny při relativně vysokých otáčkách rotoru. S rostoucí frekvencí otáčení rotoru je nutné zmenšovat průměr rotoru, čímž se snižuje míra cyklického družení a to má za následek určité zhoršení hmotové nestejnoměrnosti rotorových přízí.



Obr. 25 Hmotová nestejnoměrnost prstencových a rotorových přízí



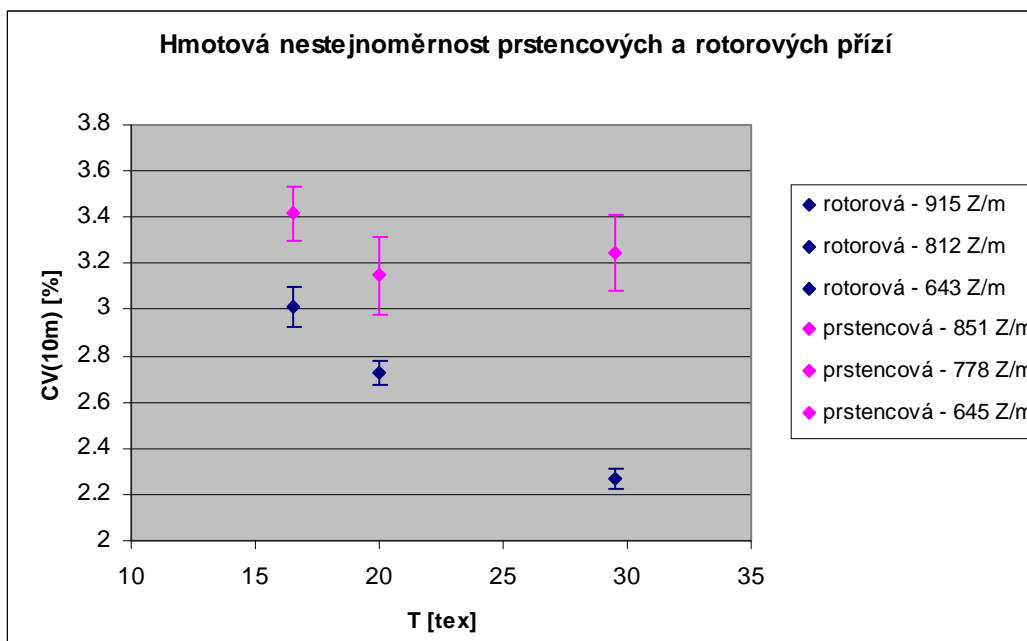
Obr. 26 Hmotová nestejnoměrnost prstencových a rotorových přízí

Diskuse

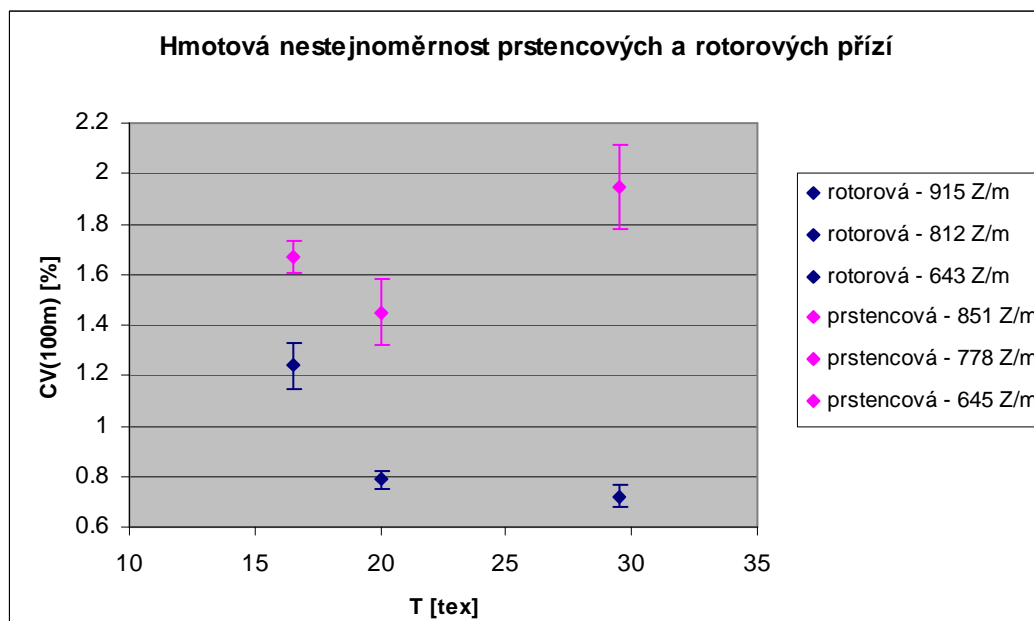
Na obr. 25 a 26 je porovnávána kvadratická hmotová nestejnomyňnost na úsečkách 1 m a 3 m rotorových a prstencových přízí. Z grafů je zřejmé, že rotorové příze o jemnostech 16,5 a 20 tex mají vyšší hmotovou nestejnomyňnost než prstencové příze o stejných jemnostech. Jedním z důvodů je již zmiňovaná vysoká frekvence otáčení rotoru, neboť s narůstajícími otáčkami rotoru je nutné zmenšovat průměr rotoru, čímž dochází ke snížení míry cyklického družení.

Dalším důvodem je vysoká jemnost rotorových přízí. Při dopřádání takto jemných rotorových přízí je zapotřebí vysokého průtahu. Hmotovou nestejnomyňnost způsobenou takto vysokým průtahem není cyklické družení schopno výrazně vyrovnávat a proto mají rotorové příze horší hmotovou nestejnomyňnost než příze prstencové.

Naopak rotorová příze o jemnosti $T = 29,5$ tex má nižší hmotovou nestejnomyňnost než příze prstencová. Je to způsobeno tím, že příze je hrubší, tudíž průtah při dopřádání nebyl tak vysoký a cyklické družení vyrovnalo hmotovou nestejnomyňnost na krátkých úsečkách.



Obr. 27 Hmotová nestejnomyňnost prstencových a rotorových přízí

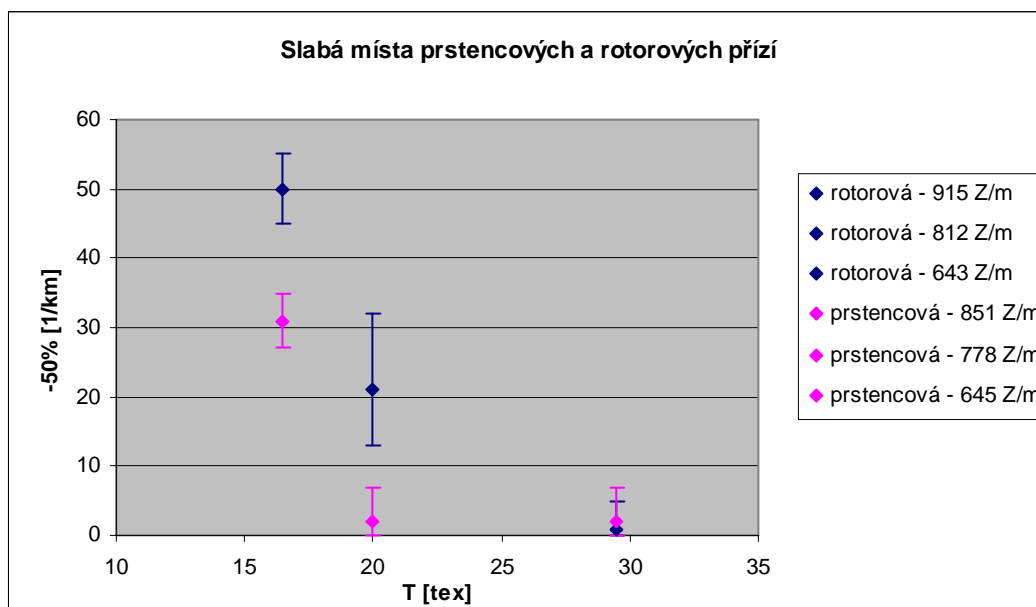


Obr. 28 Hmotová nestejnomyerost prstencových a rotorových prizi

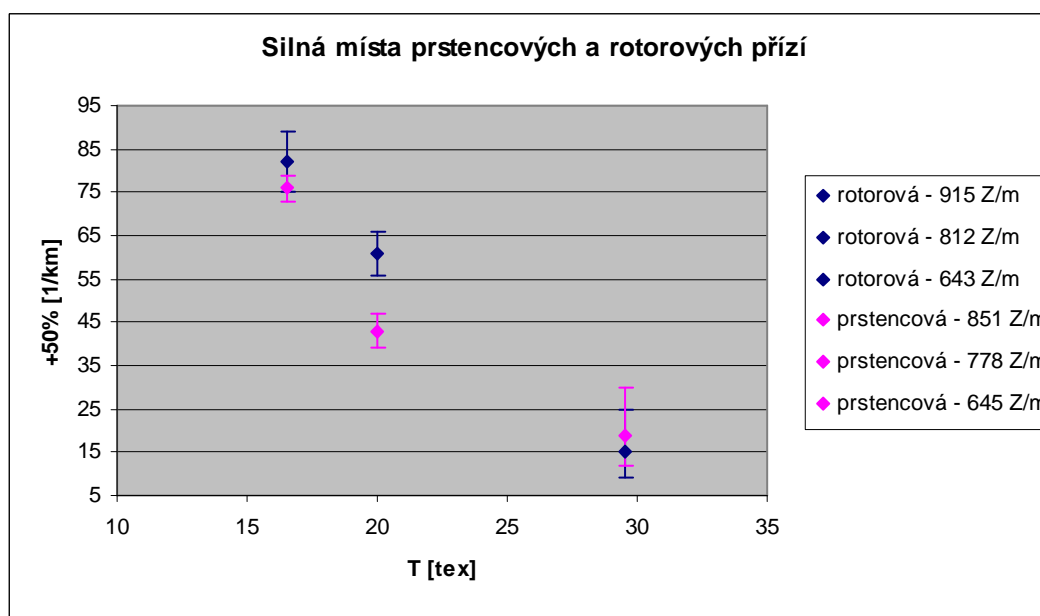
Diskuse

Na obr. 27 a 28 je porovnávána hmotová nestejnomyerost na úsečkách 10 m a 100 m rotorových a prstencových prizi. Z grafů je vidět, že rotorové příze mají nižší hmotovou nestejnomyerost než příze prstencové. Dalo by se předpokládat, že rotorové příze budou mít opět v důsledku vysoké frekvence otáčení rotoru a jemnosti prizi vyšší hmotovou nestejnomyerost než příze prstencové, ale právě od délky cca 10 m se již začala projevovat kvalita předlohy rotorového dopřádacího stroje. Kvalita předkládaného pramene se projevila na kvalitě výsledných prizi.

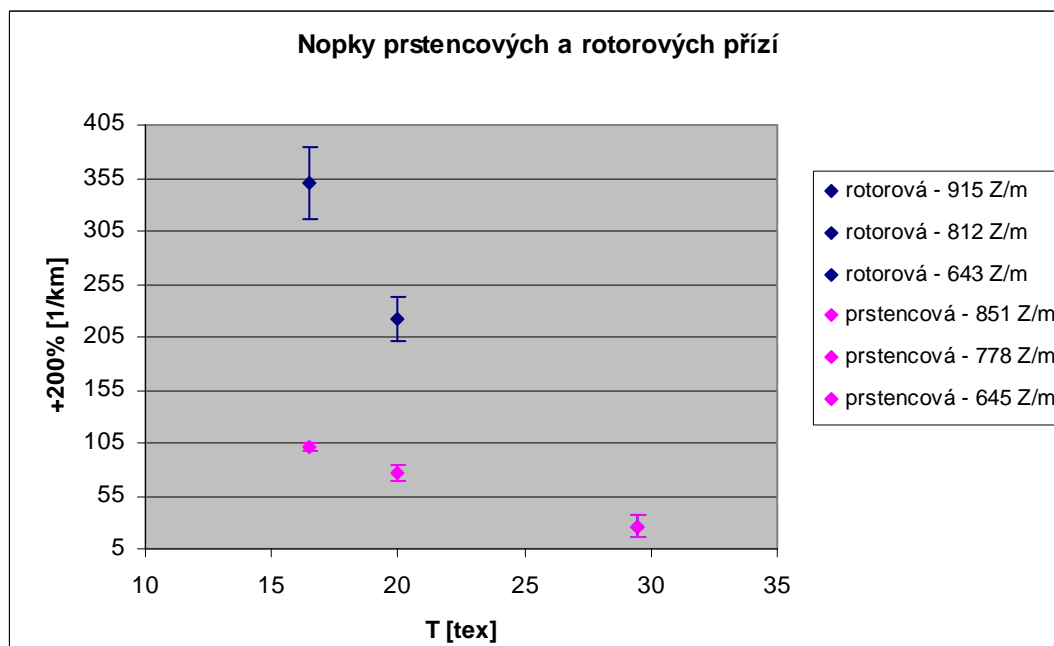
V některých případech vykazuje hrubší příze vyšší hmotovou nestejnomyerost než jemnější příze. Důvodem může být momentální poruchový stav, např. vlákenné komplexy (shluky vláken). Příčinou vzniku těchto vlákenných komplexů je nedokonalé ojednocení vláken.



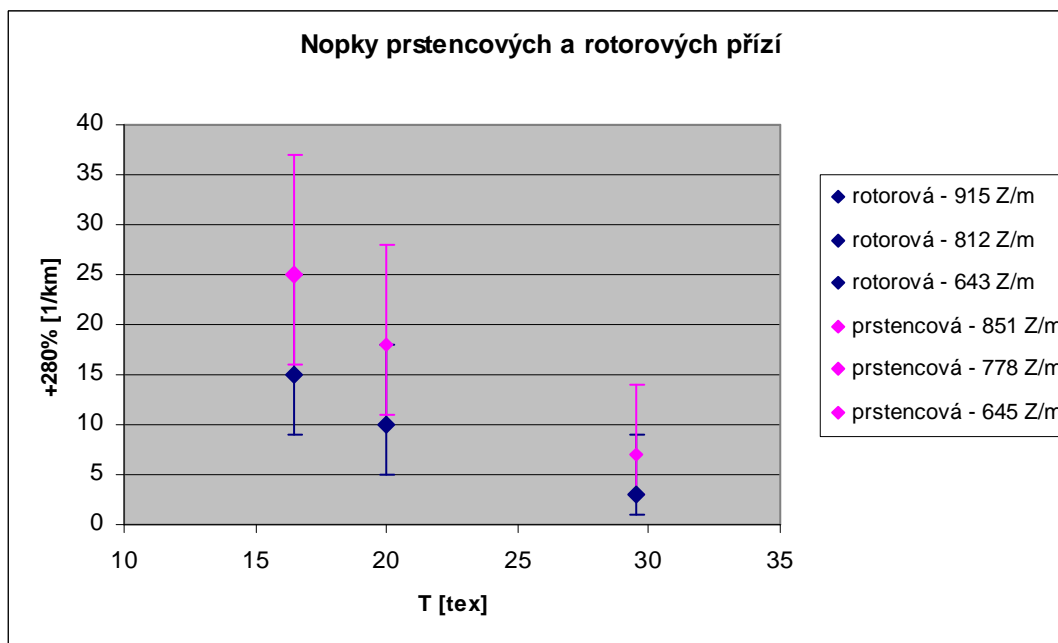
Obr. 29 Slabá místa prstencových a rotorových přízí



Obr. 30 Silná místa prstencových a rotorových přízí



Obr. 31 Nopky prstencových a rotorových přízí



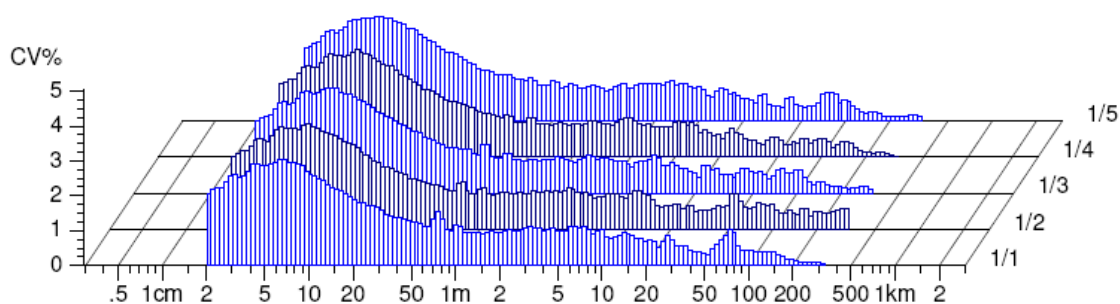
Obr. 32 Nopky prstencových a rotorových přízí

Diskuse

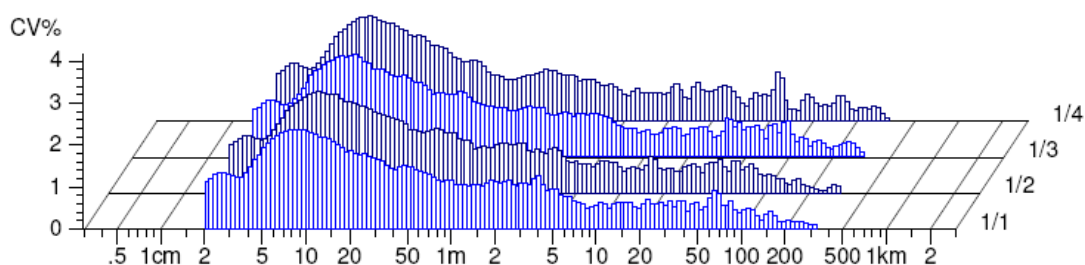
Na obr. 29 – 32 jsou znázorněna slabá místa, silná místa a nopky prstencových a rotorových přízí. Je patrné, že tendence v průběhu vad jsou obdobné jako tendence u kvadratické hmotové nestejnoměrnosti, což plyne ze skutečnosti, že čím vyšší je hmotová nestejnoměrnost, tím více slabých, silných míst a nopků se v přízi vyskytuje.

3.3.2 Porovnání spektrogramů rotorových a prstencových přízí

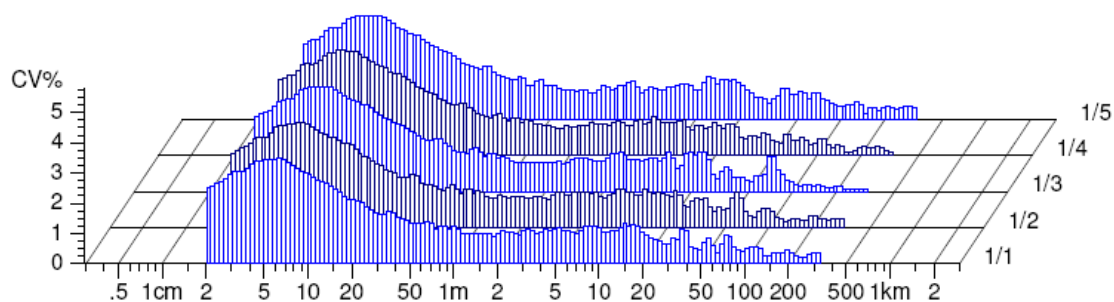
a) jemnost přízí $T = 29,5$ tex



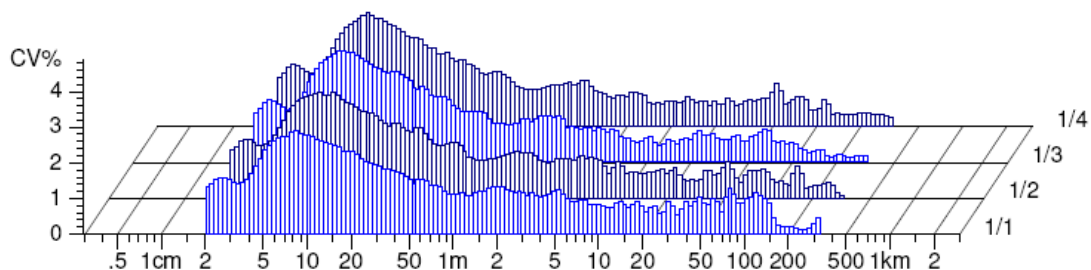
Obr. 33 Spektrogram rotorové příze



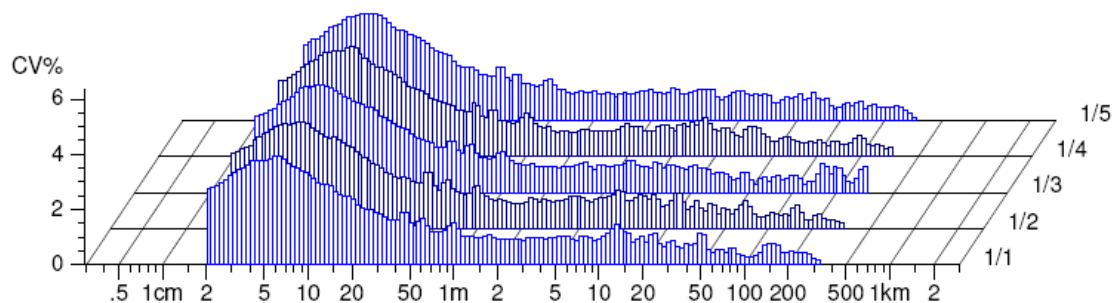
Obr. 34 Spektrogram prstencové příze

b) jemnost přízí $T = 20$ tex

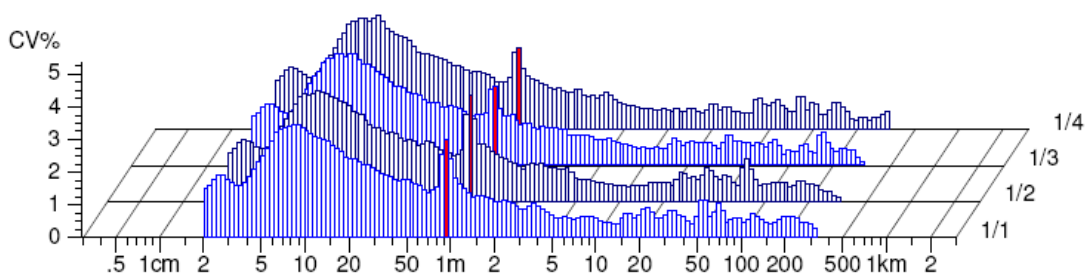
Obr. 35 Spektrogram rotorové příze



Obr. 36 Spektrogram prstencové příze

c) jemnost přízí $T = 16,5$ tex

Obr. 37 Spektrogram rotorové příze



Obr. 38 Spektrogram prstencové příze

Diskuse

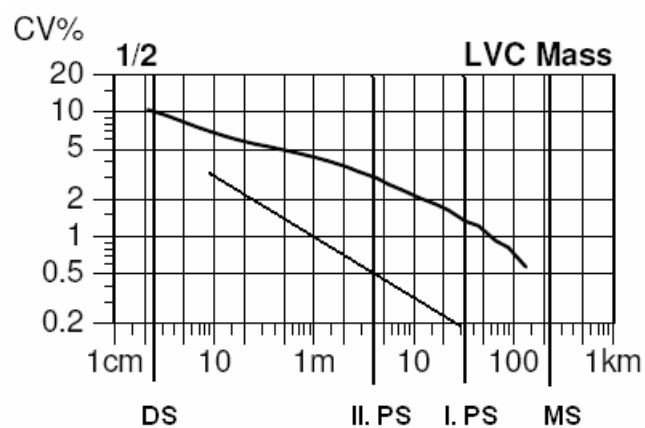
Je vidět, že spektrogramy rotorových a prstencových přízí mají odlišný tvar. Tato odlišnost je způsobena rozdílným působením rotorového a prstencového dopřádání. U prstencového dopřádacího stroje je průtahové ústrojí, které zajišťuje napřímení a urovnání vláken do podélného směru. Tzv. skok ve spektrogramech prstencových přízí je projevem jednotné délky vláken.

Naopak u rotorového dopřádání jsou vlákna unášena proudem vzduchu, který nezajistí takové napřímení vláken jako průtahové ústrojí u prstencového dopřádacího stroje. Vlákna jsou tedy méně orientovaná a méně napřímená, což způsobuje, že se vlákna jeví kratší a vytváří se útvar z nejdélnější vláken.

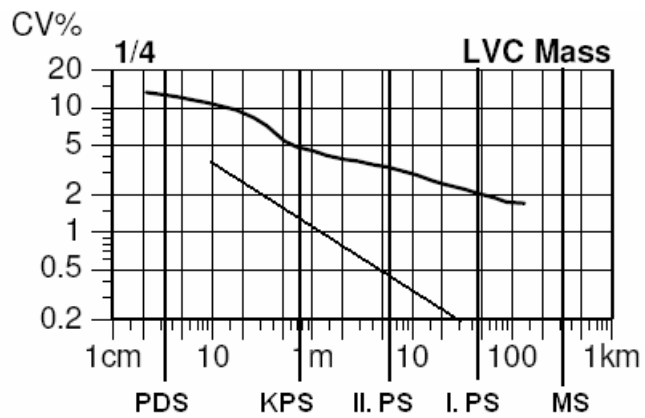
Průmět délky vláken do osového směru ve struktuře prstencové a rotorové příze je odlišný, ačkoliv původní délka vláken byla stejná.

3.3.3 Porovnání délkových variačních křivek

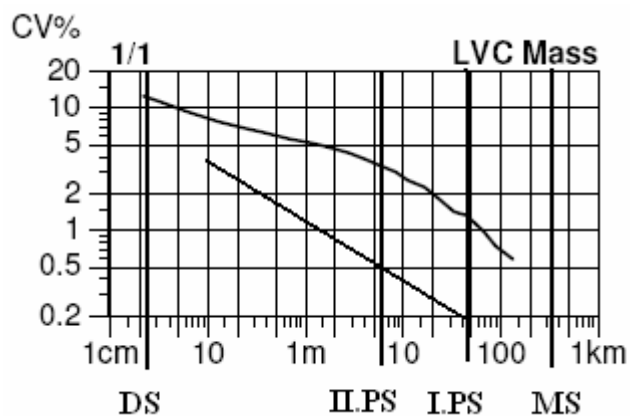
a) jemnost přízí $T = 29,5$ tex



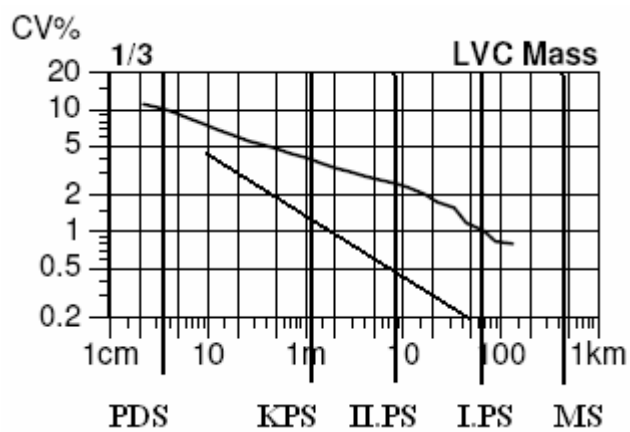
Obr. 39 Délková variační křivka rotorové příze



Obr. 40 Délková variační křivka prstencové příze

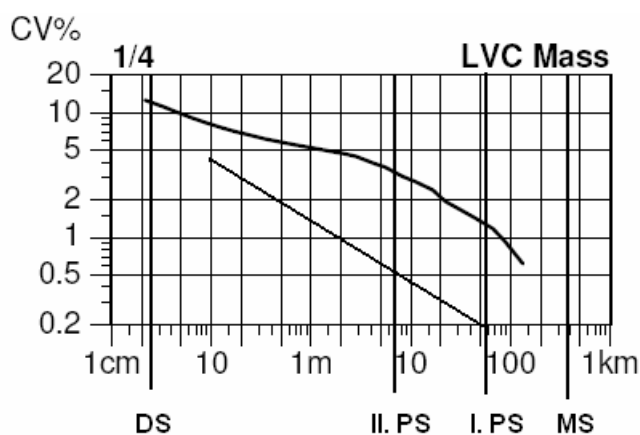
b) jemnost přízí $T = 20$ tex

Obr. 41 Délková variační křivka rotorové příze

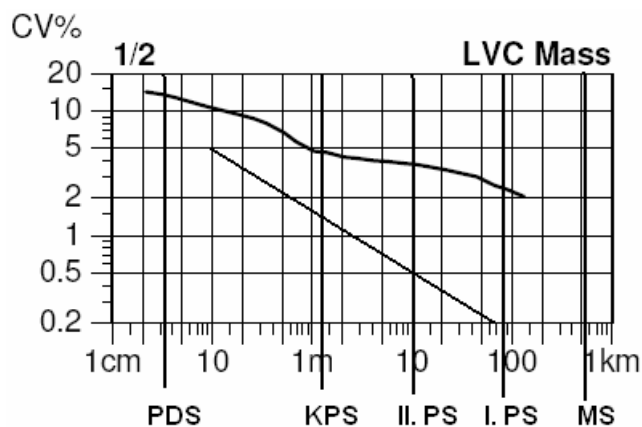


Obr. 42 Délková variační křivka prstencové příze

c) jemnost přízí $T = 16,5 \text{ tex}$



Obr. 43 Délková variační křivka rotorové příze



Obr. 44 Délková variační křivka prstencové příze

Diskuse

Na obr. 39 – 44 jsou znázorněny délkové variační křivky prstencových a rotorových přízí. U každé délkové variační křivky je zobrazena limitní délková variační křivka a délky úseků odpovídající danému technologickému stupni.

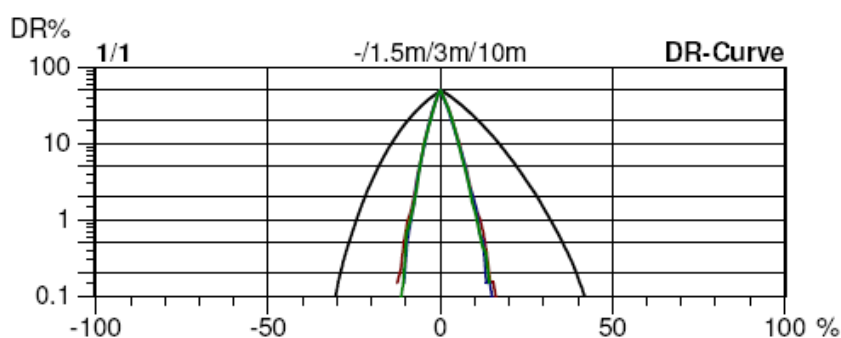
Z obrázků je zřejmé, že délkové variační křivky prstencových i rotorových přízí mají klesající tendenci, což je způsobeno regulací na druhém posukovacím stroji.

Právě v oblasti posukovacích strojů se křivky začínají lámat, čímž se projevuje již zmíněná regulace.

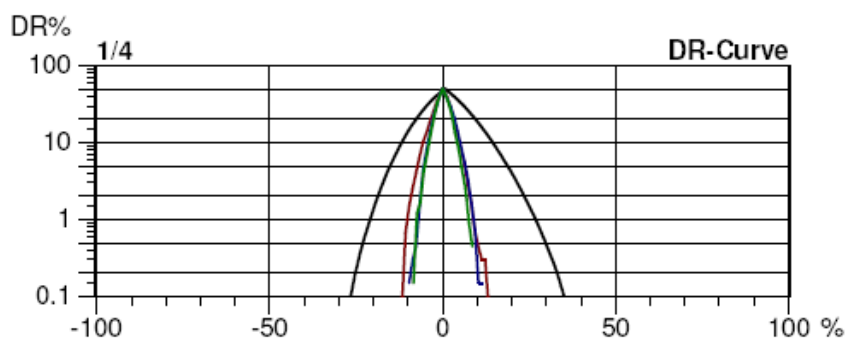
Délkové variační křivky se nijak výrazně neodchylují od limitních délkových variačních křivek, příprava pramene tedy nevykazuje žádné výrazné vady. Rozdíl v průběhu délkových variačních křivek prstencových a rotorových přízí je znatelný na krátkých úsečkách. Zde se projevuje odlišnost bezvřetenového rotorového dopřádání od klasického způsobu dopřádání.

3.3.4 Porovnání DR funkcí rotorových a prstencových přízí

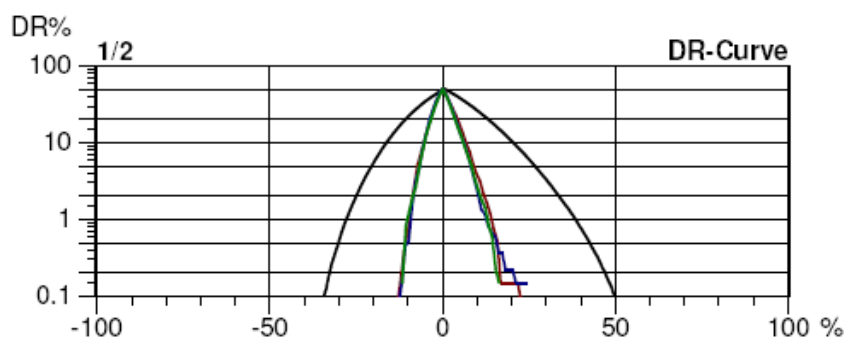
a) jemnost přízí $T = 29,5 \text{ tex}$



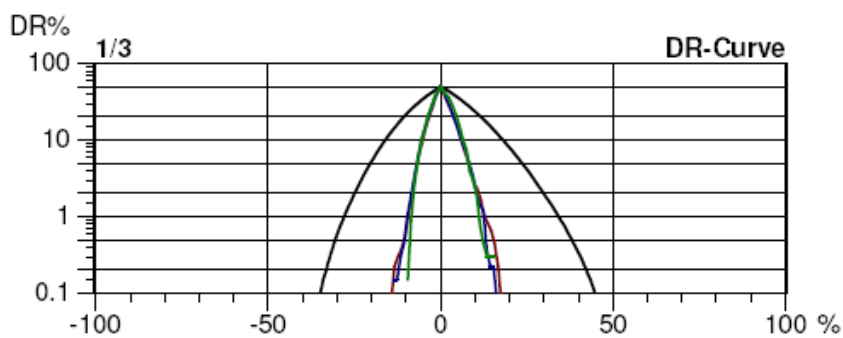
Obr. 45 DR funkce rotorové příze



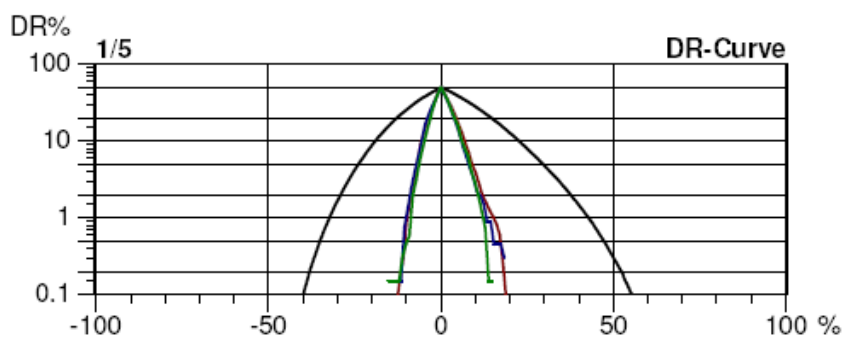
Obr. 46 DR funkce prstencové příze

b) jemnost přízí $T = 20$ tex

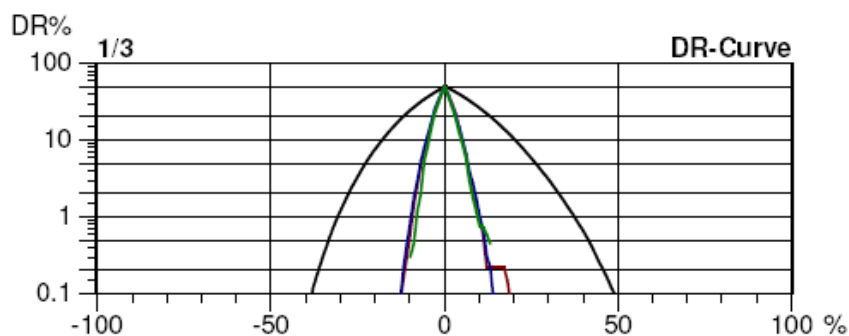
Obr. 47 DR funkce rotorové příze



Obr. 48 DR funkce prstencové příze

c) jemnost přízí $T = 16,5$ tex

Obr. 49 DR funkce rotorové příze



Obr. 50 DR funkce prstencové příze

Diskuse

Porovnáním DR funkcí bylo zjištěno, že průběh vnější DR křivky se liší jak v závislosti na jemnosti přízí, tak v závislosti na dané technologii. Hrubší příze vykazují lepší hmotovou nestejnoměrnost než příze jemnější, což zobrazuje i tvar vnější DR křivky. Čím jsou příze hrubší, tím jsou DR křivky užší a symetričtější.

Odlišný tvar také mají DR křivky prstencové a rotorové příze o stejné jemnosti. Vnější DR křivka prstencové příze je užší a symetričtější než DR křivka příze rotorové, neboť jak již bylo uvedeno, prstencové příze mají oproti rotorovým přízím nižší hmotovou nestejnoměrnost.

3.4 Zařazení dle Uster Statistics

Standardy Uster Statistics poskytují přehled o kvalitě přízí na celém světě. Každý výrobce si tak může ověřit, zda vyrábí kvalitní nebo nekvalitní přízi.

Prstencové a rotorové příze byly porovnány pomocí parametrů CV_m [%], *Thin* - 50 % [1/km], *Thick* +35 % [1/km], *Thick* +50 % [1/km], *Neps* +200 % [1/km], jejichž průměrné hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 2 – 7.

a) rotorová příze – $T = 29,5$ tex

Porovnáním průměrné hodnoty CV_m a průměrných hodnot počtu vad a nopků s Uster Statistics bylo zjištěno, že úroveň CV_m a počtu nopků se nachází mezi 26 – 50% konstantní kumulativní četností, což znamená, že 26 – 50 % výrobců vyrábí danou přízi ve stejné nebo lepší kvalitě. Naopak úroveň počtu vad se nacházela mezi 6 – 25 %, lze tedy říci, že příze je z hlediska počtu vad kvalitní.

b) rotorová příze – $T = 20$ tex

Průměrná hodnota CV_m a počtu vad se nacházela mezi 51 – 75% konstantní kumulativní četností. Příze této kvality vyrábí 51 – 75 % výrobců na světě. Úroveň počtu nopků procházela 79% linií konstantní kumulativní četnosti. Příze je tedy z hlediska zvýšeného počtu nopků podprůměrná.

c) rotorová příze – $T = 16,5$ tex

Porovnáním s Uster Statistics bylo zjištěno, že úroveň CV_m a počtu vad se nachází mezi 51 – 75 %, což znamená, že přízi této nebo lepší kvality vyrábí 51 – 75 % výrobců. Z hlediska počtu nopků je tato příze nekvalitní.

d) prstencová příze – $T = 29,5$ tex

Úroveň parametru CV_m , počtu vad a nopků se nacházela mezi 51 – 75% hranicí konstantní kumulativní četnosti, z čehož vyplývá, že kvalita této příze je průměrná až podprůměrná.

e) prstencová příze – $T = 20$ tex

Po nalezení průměrné hodnoty parametru CV_m a $Neps +200 \%$ v grafu Uster Statistics bylo zjištěno, že leží mezi 51 – 75% linií, přízi této kvality tedy vyrábí 51 – 75 % výrobců na světě. Úrovně dalších hodnotících parametrů procházely mezi 76 – 95% liniemi konstantní kumulativní četnosti, což naznačuje, že je příze z hlediska zvýšeného počtu vad méně kvalitní až nekvalitní.

f) prstencová příze – $T = 16,5$ tex

Po zadání parametrů CV_m , $Thin -50 \%$, $Thick +35 \%$, $Thick +50 \%$ a $Neps +200 \%$ do tabulek Uster Statistics bylo stanoveno, že je tato příze opět méně kvalitní až nekvalitní.

4. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zjistit podstatné rozdíly v hmotové nestejnomyšnosti prstencových a rotorových přízí vyráběných v s. r. o. Kümpers Textil Plavy a uvést předpoklady obou technologií pro jejich případné zkracování. Vybrané parametry a charakteristické funkce hmotové nestejnomyšnosti byly měřeny na přístroji Uster Tester 4 – SX, který se nachází v laboratořích KTT na Technické univerzitě v Liberci.

Porovnáním kvadratické hmotové nestejnomyšnosti CV_m bylo zjištěno, že rotorové příze mají vyšší hmotovou nestejnomyšnost než příze prstencové, což je v rozporu s teorií, která tvrdí, že rotorové příze mají díky cyklickému druzení lepší hmotovou stejnoměrnost než příze prstencové. V tomto experimentu však byly rotorové příze vypředeny při relativně vysokých otáčkách rotoru ($n_3 = 92\,800 - 100\,900 \text{ min}^{-1}$) dopřádacího stroje. Při takto vysokých otáčkách rotoru je nutné použít malý průměr rotoru ($d_3 = 30 \text{ mm}$), čímž se snižuje míra cyklického druzení a to má za následek zvýšení hmotové nestejnomyšnosti rotorových přízí.

Dalším důležitým faktorem je vysoká jemnost rotorových přízí, kde se dostáváme až do oblasti limitní jemnosti rotorových přízí. Při vypřádání rotorových přízí o jemnostech 16,5 a 20 tex je zapotřebí vysokého celkového průtahu a zejména průtahu ojednocovacího ústrojí. Hmotovou nestejnomyšnost způsobenou takto vysokým průtahem již není cyklické druzení schopno výrazně vyrovnávat, proto mají rotorové příze v této oblasti jemností vyšší hmotovou nestejnomyšnost než příze prstencové. Na delších úsečkách (10 m, 100 m) mají však rotorové příze v porovnání s prstencovými přízemi nižší hmotovou nestejnomyšnost. Od délky úsečky cca 10 m se začala již projevovat kvalita předkládaného pramene.

Další významný rozdíl mezi rotorovými a prstencovými přízemi je patrný ze spektrogramů přízí. Odlišný tvar spektrogramů přízí je zapříčiněn rozdílným působením rotorového a prstencového dopřádání. Zatímco u prstencového dopřádacího stroje je mechanické průtahové ústrojí, které napřímí a urovná vlákna do podélného směru, u rotorového dopřádání tento mechanický průtah chybí. Vlákna jsou tak méně orientovaná a méně napřímená, což způsobuje, že se vlákna jeví oproti vláknům prstencové příze kratší.

Průmět délky vláken do osového směru je ve struktuře prstencové a rotorové příze odlišný, přestože původní délka vláken byla stejná.

Z provedeného měření se ukazuje, že hmotovou nestejnoměrnost rotorových přízí je třeba posuzovat ve vztahu k hlavním strojním a technologickým veličinám. Teorie o lepší hmotové nestejnoměrnosti rotorových přízí platí především pro oblast nižších otáček rotoru ($30\,000 - 40\,000\text{ min}^{-1}$) dopřádacího stroje a tomu odpovídající velký průměr sběrného povrchu (67,5 mm). Dnes se však kvůli vysoké produkci pohybují otáčky rotoru kolem $100\,000\text{ min}^{-1}$. S narůstající frekvencí otáčení rotoru se zmenšuje průměr rotoru, čímž se snižuje míra cyklického družení a to má za následek určité navýšení hmotové nestejnoměrnosti rotorových přízí.

Při zkracování technologií, tedy vynechání technologické operace posukování, by bylo nutné regulovat hmotovou nestejnoměrnost pomocí regulačních zařízení na mykacích strojích. Regulační zařízení vyrovnávají hmotovou nestejnoměrnost až od určité délky úsečky, nelze tedy očekávat, že by pouhá regulace zajistila odpovídající stejnoměrnost na krátkých úsečkách výsledné rotorové příze.

Pro oblast velmi jemných rotorových přízí zkrácení technologie nelze doporučit vzhledem k vynechání družení na posukovacích strojích jako důležitého faktoru pro zajištění vysoké stejnoměrnosti na krátkých úsečkách. Zkrácení klasické technologie by mělo na hmotovou nestejnoměrnost prstencových přízí horší dopady, neboť na křídlovém předpřádacím stroji a prstencovém dopřádacím stroji dochází vlivem průtahu k prohlubování hmotové nestejnoměrnosti. Nedochází zde již k žádnému zestejnoměňujícímu účinku jako na bezvřetenovém rotorovém dopřádacím stroji (cyklické družení). Proto je v klasické technologii výroby prstencových přízí nutné používat posukovací stroje, které zajišťují regulaci a zároveň nezbytné družení zabezpečuje velmi dobrou úroveň hmotové stejnoměrnosti na krátkých úsečkách.

5. Použitá literatura

- [1] Moučková, E.: Hmotová nestejnomyšnost délkových a plošných textilií, skripta TU Liberec, 2002
- [2] Ursíny, P.: Předení I., skripta TU Liberec, 2001. 173 s. ISBN 80-7083- 481-1
- [3] Ferkl, Miloš. Yarn irregularity [online]. [cit. 2011-03-10]. Dostupné z: <<http://www.usti.cz/vubas/qqm3/qqm2/nestejnomyšnost-en.htm>>.
- [4] Ursíny, P.: Spřádání bavlnářským způsobem I. (předpřádání), VŠ strojní a textilní v Liberci, 1985. 236s.
- [5] Simon, J.: Technologie I, VŠ strojní a textilní v Liberci, 1980. 226 s.
- [6] Jirásková, P.: Výroba délkových textilií, skripta TU Liberec, 2004. 103 s. ISBN 80-7083-845-0
- [7] Jirásková, P.: Spřádání bavlnářským a vlnářským způsobem [online]. [cit.2011-04-05]. Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list_aut.cgi?aut=45&skr=174&pro=>>.
- [8] Dostalová, M., Krivánková, M.: Základy textilní a oděvní výroby, skripta TU Liberec, 2004. 185 s. ISBN 80-7083-831-0
- [9] Ursíny, P.: Spřádání bavlnářským způsobem II. (dopřádání a skaní), VŠ strojní a textilní v Liberci, 1991. 283 s. ISBN 80-7083-053-0
- [10] Ursíny, P.: Předení II., skripta TU Liberec, 2009. 143 s. ISBN 978-80-7372-438-2
- [11] Simon, J.: Teorie předení (spřádací procesy II.díl), VŠ strojní a textilní v Liberci, 1978. 216 s.
- [12] Ibrahim, A.: Textile engineering [online]. [cit. 2011-04-06]. Dostupné z:<http://www.ktt.tul.cz/index.php?page=predmety&action=detail&nextaction=view&id_predmet=32>.
- [13] Kovačič, V.: Textilní zkušebnictví, přednášky
- [14] Moučková, E.: Předení [online]. [cit. 2011-04-10]. Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list_aut.cgi?aut=11&skr=66&pro=>>.
- [15] Uster Tester 4 – Application Handbook, Zellweger Uster, V.1.0/400 106-04020, Uster, Switzerland, 2002
- [16] QQM system [online]. [cit. 2011-04-10]. Dostupné z: <<http://www.usti.cz/vubas/qqm>>.

- [17] Uster Statistics [online]. [cit. 2011-04-15]. Dostupné z: <http://www.uster.com/Uploads/154Introduction_to_USTER%STATISTICS.pdf>.
- [18] Cihlářová, E.: Studie transformace hmotové nestejnoměrnosti v technologii předení: disertační práce. Liberec: TU v Liberci, 2003

Přílohy

Seznam příloh:

Příloha č. 1	Protokoly z měření hmotové nestejnoměrnosti přízí
Příloha č. 2	Protokoly z QC Expert
Příloha č. 3	Vyhodnocení spektrogramů – metoda frekvenční
Příloha č. 4	Stanovení limitní DVK – metoda výpočtová
Příloha č. 5	Délkové variační křivky prstencových a rotorových přízí

Příloha č. 1

USTER TESTER 4 - SX R 1.8 Mon 12/6/10 09:16 Operator
Technická univerzita v Liberci Fakulta textilní Halkova 6, 461 17 Liberec

Page 1

Style 100%vs Sample ID 05475 Nom. count Nm 34 Nom. twist 0 T/m
Tests 1 / 5 v= 400 m/min t= 5 min Meas. slot 3 Short staple

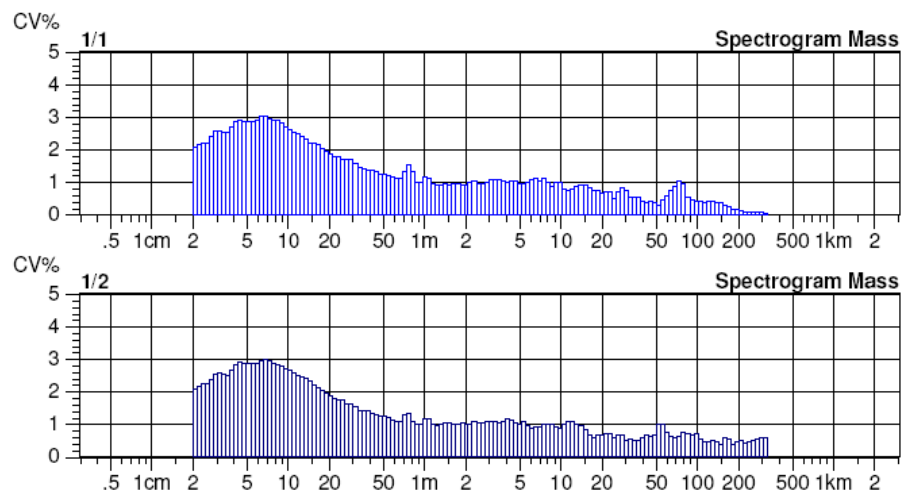
Petra II

Article OE Material class Yarn Mach. Nr. 1.civka
Uster Statistics
Fiber

Subsample ID 1

i	CVm	CVm 1m	CVm 3m	CVm 10m	CVm 50m	CVm 100m	Thin -30%	Thin -50%	Thick +35%	Thick +50%	Neps +200%	Neps +280%	H
	%	%	%	%	%	%	/km	/km	/km	/km	/km	/km	
1	12.62	4.40	3.49	2.45	1.44	1.17	1256	0.0	239.5	13.0	27.5	1.0	5.56
2	12.75	4.35	3.25	2.14	1.13	0.74	1302	1.0	272.0	13.5	30.0	3.0	5.46
3	12.72	4.24	3.29	2.39	1.28	0.87	1310	2.5	264.0	14.0	26.0	1.5	5.45
4	12.70	4.17	3.22	2.24	1.33	0.99	1321	2.0	262.0	14.0	32.5	0.0	5.43
5	12.81	4.25	3.31	2.20	1.13	0.67	1376	1.5	268.5	18.0	25.5	1.5	5.42
Mean	12.72	4.28	3.31	2.29	1.26	0.89	1313	1.4	261.2	14.5	28.3	1.4	5.46
CV	0.6	2.2	3.3	5.7	10.8	22.3	3.3	68.7	4.9	13.8	10.3	77.4	1.1
Q95	0.09	0.11	0.13	0.16	0.17	0.25	53	1.2	15.8	2.5	3.6	1.3	0.07
Max	12.81	4.40	3.49	2.45	1.44	1.17	1376	2.5	272.0	18.0	32.5	3.0	5.56
Min	12.62	4.17	3.22	2.14	1.13	0.67	1256	0.0	239.5	13.0	25.5	0.0	5.42

i	sh	sh 1m	sh 10m	sh 50m	sh 100m	DR	LVC Mass	Spectr Mass	LVC Hair
						%	%	%	
1	1.37	0.16	0.08	0.07	0.07		0	2	0
2	1.37	0.15	0.07	0.04	0.03		0	2	0
3	1.38	0.16	0.07	0.04	0.03		0	2	0
4	1.38	0.15	0.06	0.03	0.02		0	2	0
5	1.38	0.15	0.05	0.02	0.02		0	2	0
Mean	1.38	0.15	0.07	0.04	0.03				
CV	0.3	3.3	20.3	45.3	59.4				
Q95	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03				
Max	1.38	0.16	0.08	0.07	0.07				
Min	1.37	0.15	0.05	0.02	0.02				



USTER TESTER 4 - SX R 1.8 Thu 02/17/11 08:55 Operator
Technická univerzita v Liberci Fakulta textilní Halkova 6, 461 17 Liberec

Page 1

Style 100% Vs Sample ID 05716 Nom. count Nm 34 Nom. twist 0 T/m
Tests 1 / 4 v= 400 m/min t= 5 min Meas. slot 3 Short staple

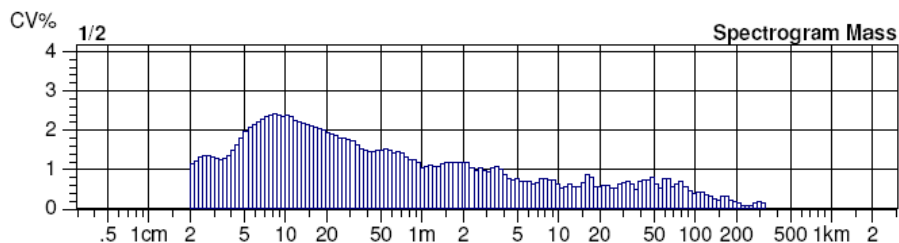
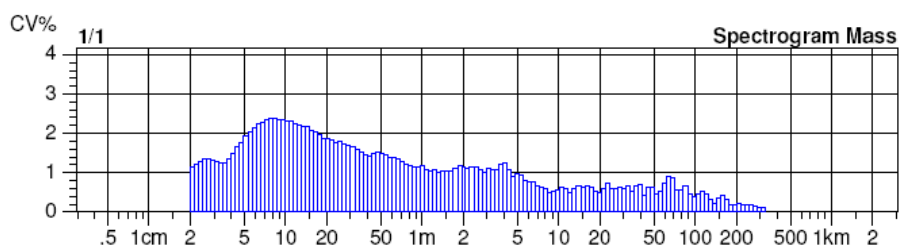
Petra II

Article PDS Material class Yarn Mach. Nr. 1.potac
Uster Statistics
Fiber
168.civka Nm 34/4/240

Subsample ID 1

i	CVm	CVm 1m	CVm 3m	CVm 10m	CVm 50m	CVm 100m	Thin -30%	Thin -50%	Thick +35%	Thick +50%	Neps +200%	Neps +280%	H
	%	%	%	%	%	%	/km	/km	/km	/km	/km	/km	
1	10.72	4.63	3.77	3.30	2.61	2.36	173.5	0.0	95.5	14.0	32.0	7.5	5.69
2	10.64	4.24	3.42	2.85	2.18	1.92	188.0	0.0	92.5	16.5	25.5	5.5	5.74
3	10.73	4.42	3.49	2.89	1.93	1.52	198.5	0.0	88.5	11.5	22.5	5.0	5.66
4	10.57	4.35	3.70	3.00	2.06	1.50	177.0	0.0	76.0	14.0	18.0	7.5	5.52
Mean	10.66	4.41	3.59	3.01	2.19	1.82	184.3	0.0	88.1	14.0	24.5	6.4	5.65
CV													
Q95													
Max	10.73	4.63	3.77	3.30	2.61	2.36	198.5	0.0	95.5	16.5	32.0	7.5	5.74
Min	10.57	4.24	3.42	2.85	1.93	1.50	173.5	0.0	76.0	11.5	18.0	5.0	5.52

i	sh	sh 1m	sh 10m	sh 50m	sh 100m	DR	LVC Mass	Spectr Mass	LVC Hair
						%	%	%	
1	1.41	0.80	0.79	0.77	0.76		0	1	0
2	1.43	0.76	0.75	0.75	0.74		0	1	0
3	1.38	0.76	0.74	0.73	0.71		0	1	0
4	1.34	0.70	0.68	0.67	0.63		0	1	0
Mean	1.39	0.76	0.74	0.73	0.71				
CV									
Q95									
Max	1.43	0.80	0.79	0.77	0.76				
Min	1.34	0.70	0.68	0.67	0.63				



USTER TESTER 4 - SX R 1.8 Thu 02/3/11 11:22 Operator
Technická univerzita v Liberci Fakulta textilní Halkova 6, 461 17 Liberec

Page 1

Style 100%Vs Sample ID 05581 Nom. count Nm 60 Nom. twist 0 T/m
Tests 1 / 5 v= 400 m/min t= 5 min Meas. slot 4 Short staple

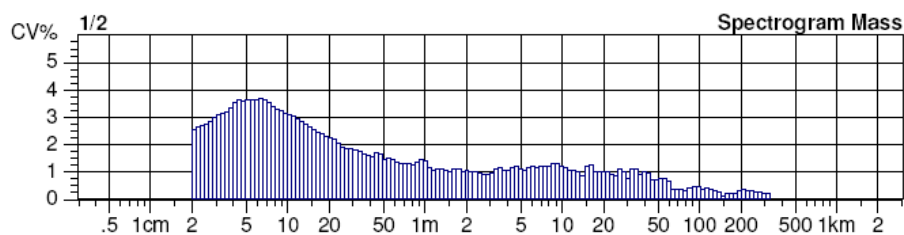
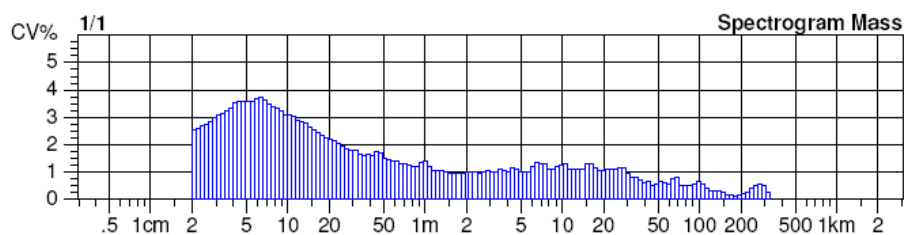
Petra II

Article OE Material class Yarn Mach. Nr. 9.civka
Uster Statistics
Fiber

Subsample ID 1

i	CVm	CVm 1m	CVm 3m	CVm 10m	CVm 50m	CVm 100m	Thin -30%	Thin -50%	Thick +35%	Thick +50%	Neps +200%	Neps +280%	H
	%	%	%	%	%	%	/km	/km	/km	/km	/km	/km	
1	15.31	5.32	4.36	3.09	1.79	1.34	3695	29.0	727.5	69.0	255.5	8.5	4.47
2	15.44	5.25	4.27	2.90	1.46	0.99	3828	47.0	748.0	77.5	322.5	15.0	4.38
3	15.30	4.96	4.02	2.63	1.31	0.97	3826	38.5	773.0	83.5	313.0	15.0	4.35
4	15.53	5.32	4.35	2.88	1.36	1.09	3867	36.5	791.5	85.5	334.5	19.0	4.34
5	15.36	5.16	4.19	2.73	1.03	0.78	3939	39.5	751.5	68.0	338.5	14.0	4.32
Mean	15.39	5.20	4.24	2.85	1.39	1.03	3831	38.1	758.3	76.7	312.8	14.3	4.37
CV	0.6	2.9	3.3	6.1	19.8	19.7	2.3	16.9	3.2	10.5	10.7	26.4	1.3
Q95	0.12	0.19	0.17	0.22	0.34	0.25	110	8.0	30.5	10.0	41.7	4.7	0.07
Max	15.53	5.32	4.36	3.09	1.79	1.34	3939	47.0	791.5	85.5	338.5	19.0	4.47
Min	15.30	4.96	4.02	2.63	1.03	0.78	3695	29.0	727.5	68.0	255.5	8.5	4.32

i	sh	sh 1m	sh 10m	sh 50m	sh 100m	DR	LVC Mass	Spectr Mass	LVC Hair
						%	%	%	
1	1.16	0.14	0.08	0.07	0.07		0	3	0
2	1.18	0.13	0.04	0.02	0.02		0	3	0
3	1.19	0.14	0.05	0.02	0.02		0	3	0
4	1.19	0.13	0.05	0.02	0.02		0	3	0
5	1.19	0.13	0.04	0.02	0.01		0	3	0
Mean	1.18	0.13	0.05	0.03	0.03				
CV	1.3	3.4	27.7	66.1	87.1				
Q95	0.02	0.01	0.02	0.03	0.03				
Max	1.19	0.14	0.08	0.07	0.07				
Min	1.16	0.13	0.04	0.02	0.01				



USTER TESTER 4 - SX R 1.8 Mon 02/21/11 09:03 Operator
Technická univerzita v Liberci Fakulta textilní Halkova 6, 461 17 Liberec

Page 1

Style 100% Vs Sample ID 05729 Nom. count Nm 60 Nom. twist 0 T/m
Tests 1 / 4 v= 400 m/min t= 5 min Meas. slot 4 Short staple

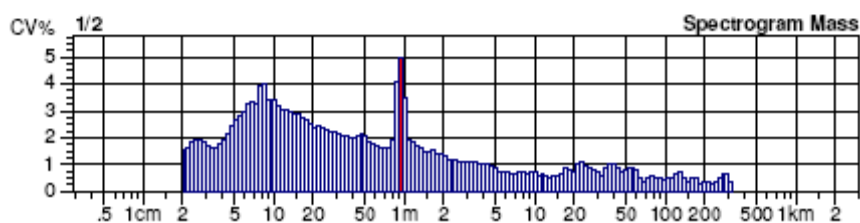
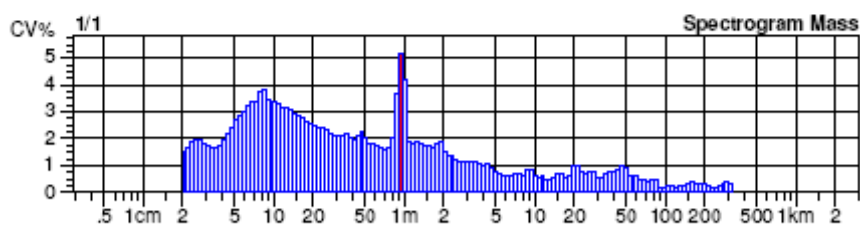
Petra II

Article PDS Material class Yarn Mach. Nr. 4.potac
Uster Statistics
Fiber

Subsample ID 1

i	CVm	CVm 1m	CVm 3m	CVm 10m	CVm 50m	CVm 100m	Thin -30%	Thin -50%	Thick +35%	Thick +50%	Neps +200%	Neps +280%	H
	%	%	%	%	%	%	/km	/km	/km	/km	/km	/km	
1	14.45	4.35	3.28	2.55	1.66	1.44	1789	18.0	455.0	64.0	107.0	31.0	4.12
2	14.58	4.85	4.02	3.31	2.00	1.43	1788	15.5	449.0	81.0	129.0	29.5	4.13
3	14.71	4.41	3.43	2.86	1.90	1.63	1881	30.5	459.5	73.0	103.5	29.5	3.96
4	14.91	5.97	5.21	4.16	2.30	1.65	1708	18.5	441.0	78.5	103.0	23.5	4.11
Mean	14.64	4.90	3.99	3.22	1.97	1.54	1786	20.6	451.1	74.1	110.6	28.4	4.08
CV													
Q95													
Max	14.91	5.97	5.21	4.16	2.30	1.65	1881	30.5	459.5	81.0	129.0	31.0	4.13
Min	14.45	4.35	3.28	2.55	1.66	1.43	1708	15.5	441.0	64.0	103.0	23.5	3.96

i	sh	sh 1m	sh 10m	sh 50m	sh 100m	DR	LVC Mass	Spectr Mass	LVC Hair
						%	%	%	
1	1.00	0.16	0.11	0.11	0.11		0	2	0
2	1.02	0.17	0.13	0.13	0.13		0	2	0
3	0.99	0.16	0.12	0.12	0.12		0	2	0
4	1.01	0.14	0.08	0.07	0.07		0	2	0
Mean	1.01	0.16	0.11	0.11	0.11				
CV									
Q95									
Max	1.02	0.17	0.13	0.13	0.13				
Min	0.99	0.14	0.08	0.07	0.07				



Příloha č. 2 – QC Expert

Základní analýza dat	Prstencová příže – T = 16,5 tex			
Název úlohy :	Sheet1			
Data:	Všechna			
Řád trendu :	4			
Testovaná hodnota :	0			
Vyhlazení hustoty :	0.5			
Hladina významnosti :	0.05			
Název sloupce :	A	B	C	D
Počet platných dat :	40	40	40	40
Klasické parametry :				
Název sloupce :	A	B	C	D
Průměr :	15.031	4.9645	4.06025	3.415
Spodní mez :	14.80639021	4.836729799	3.922702656	3.293388128
Horní mez :	15.25560979	5.092270201	4.197797344	3.536611872
Rozptyl :	0.49324	0.15961	0.184971731	0.144594872
Směr. odchylka :	0.702310473	0.399512203	0.4300834	0.380256324
Dolní mez :	0.577295921	0.328397161	0.353526542	0.312568918
Horní mez :	0.897620554	0.510615146	0.549688086	0.486004275
Robustní směr.odch.	0.615279	0.511497	0.51891	0.37065
Detrendovaná směr.odch.(MR)	0.405141844	0.307402482	0.305629433	0.287234043
Šikmost	-0.001702189	0.048405214	-0.003066189	0.205598221
Odchylka od 0 :	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná
Špičatost :	3.402413532	1.843981624	2.129181181	2.638239323
Odchylka od 3 :	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná
Polosuma	15.115	4.93	4.05	3.35
Modus :	15.23126829	4.748268293	3.97245122	3.298902439
Geometrický průměr	15.01495243	4.948799706	4.037834655	3.394398172
Harmonický průměr	14.99883923	4.933103641	4.015256563	3.373802155
Název sloupce :	A	B	C	D
Normalita :	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata
Testové kritérium :	0.051341895	0.077521258	0.050916825	0.50979638
Kritický kvantil $\chi^2(22)$:	5.991464547	5.991464547	5.991464547	5.991464547
p-hodnota :	0.97465575	0.961980952	0.97486292	0.774995396
Test normality				
Kolmogorov-Smyrnov				
Název sloupce :	A	B	C	D
Kritický kvantil $\chi^2(22)$:	33.92443847	33.92443847	33.92443847	33.92443847
Testové kritérium D :	22.85794134	24.39264918	18.67171017	20.32957613
p-hodnota :	0.409788072	0.326989258	0.665503307	0.562432361
Normalita :	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata
Vybočující body :				
Název sloupce :	A	B	C	D
Homogenita :	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata
Počet vybočujících bodů :	0	0	0	0
Spodní mez :	13.0232	3.0864	2.158	2.05
Horní mez :	16.9068	6.8636	5.882	4.71

Základní analýza dat

Rotorová příže – $T = 20$ tex

Název úlohy : Sheet1
Data: Všechna

Řád trendu : 4
Testovaná hodnota : 0
Vyhlazení hustoty : 0.5
Hladina významnosti : 0.05
Název sloupce : A B C D
Počet platných dat : 50 50 50 50

Klasické parametry :

Název sloupce :	A	B	C	D
Průměr :	14.898	5.276	4.197	2.727
Spodní mez :	14.80438656	5.164832825	4.10741334	2.675082556
Horní mez :	14.99161344	5.387167175	4.28658666	2.778917444
Rozptyl :	0.108502041	0.153008163	0.099368367	0.033372449
Směr. odchylka :	0.32939648	0.391162579	0.315227485	0.182681277
Dolní mez	0.276016783	0.327773499	0.264143917	0.153077223
Horní mez	0.408808732	0.485465656	0.391223818	0.226722827
Robustní směr.odch.	0.326172	0.459606	0.318759	0.170499
Detrendovaná směr.odch.(MR)	0.135815603	0.244326241	0.197695035	0.154609929
Šikmost	0.210313602	-0.123495675	0.024207594	0.115091215
Odchylka od 0 :	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná
Špičatost :	2.356570669	2.248043245	2.312637009	2.851127573
Odchylka od 3 :	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná
Polosuma	14.875	5.28	4.19	2.82
Modus :	14.91845098	5.40454902	4.264196078	2.794196078
Geometrický průměr	14.8944407	5.261635502	4.185354137	2.721004135
Harmonický průměr	14.8908909	5.247126411	4.173669428	2.715006347

Název sloupce :	A	B	C	D
Normalita :	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata
Testové kritérium :	0.614699838	0.251737736	0.055713576	0.225623938
Kritický kvantil $\chi^2(22)$:	5.991464547	5.991464547	5.991464547	5.991464547
p-hodnota :	0.735393228	0.881730462	0.972527635	0.893318616

Test normality

Kolmogorov-Smyrnov

Název sloupce :	A	B	C	D
Kritický kvantil $\chi^2(22)$:	33.92443847	33.92443847	33.92443847	33.92443847
Testové kritérium D :	27.70619529	16.40702076	16.12480398	27.8903087
p-hodnota :	0.185623548	0.795184661	0.80964374	0.179345021
Normalita :	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata

Vybočující body :

Název sloupce :	A	B	C	D
Homogenita :	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata
Počet vybočujících bodů :	0	0	0	0
Spodní mez :	13.76524	3.73032	2.87456	1.98194
Horní mez :	16.01476	6.72968	5.44544	3.42806

Základní analýza dat	Rotorová příze – $T = 16,5$ tex			
Název úlohy :	Sheet1			
Data:	Všechna			
Řád trendu :	4			
Testovaná hodnota :	0			
Vyhlazení hustoty :	0.5			
Hladina významnosti :	0.05			
Název sloupce :	A	B	C	D
Počet platných dat :	50	50	50	50
Klasické parametry :				
Název sloupce :	A	B	C	D
Průměr :	15.5156	5.1966	4.2992	3.0142
Spodní mez :	15.38062355	5.113080083	4.220613196	2.929192471
Horní mez :	15.65057645	5.280119917	4.377786804	3.099207529
Rozptyl :	0.225568	0.086365755	0.076464653	0.089469755
Směr. odchylka :	0.474939996	0.293880512	0.276522428	0.299114953
Dolní mez :	0.397974532	0.246256285	0.231711131	0.250642469
Horní mez :	0.589440476	0.364730429	0.343187587	0.371226811
Robustní směr.odch.	0.474432	0.266868	0.252042	0.318759
Detrendovaná směr.odch.(MR)	0.163297872	0.241489362	0.234042553	0.22606383
Šikmost	-0.558301555	-0.520901523	-0.652226553	0.357826254
Odchylka od 0 :	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná
Špičatost :	2.320248788	3.515505726	3.675494042	2.904596474
Odchylka od 3 :	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná	Nevýznamná
Polosuma	15.335	5.065	4.125	3.09
Modus :	15.83521961	5.308788235	4.447615686	3.060360784
Geometrický průměr	15.50838982	5.188256552	4.290181057	2.999835555
Harmonický průměr	15.50109366	5.17969616	4.280827788	2.985630141
Název sloupce :	A	B	C	D
Normalita :	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata
Testové kritérium :	3.065830571	2.765226682	3.832517683	1.524269403
Kritický kvantil $\chi^2(22)$:	5.991464547	5.991464547	5.991464547	5.991464547
p-hodnota :	0.215905323	0.250921951	0.147156469	0.466669164
Test normality				
Kolmogorov-Smyrnov				
Název sloupce :	A	B	C	D
Kritický kvantil $\chi^2(22)$:	33.92443847	33.92443847	33.92443847	33.92443847
Testové kritérium D :	24.35271675	24.97682662	25.41742848	20.75718446
p-hodnota :	0.329016031	0.298184217	0.277532365	0.535784885
Normalita :	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata
Vybočující body :				
Název sloupce :	A	B	C	D
Homogenita :	Přijata	Přijata	Přijata	Přijata
Počet vybočujících bodů :	0	0	1	0
Spodní mez :	13.77074	4.2277	3.4966	1.97414
Horní mez :	17.35926	6.1023	5.1034	3.95586

Příloha č. 3

Vyhodnocení spektrogramů – metoda frekvenční

1) rotorová příze – 29,5 tex

a) 3. spřádací místo:

$$\lambda_f = 0,8 \text{ m}$$

$$Z = \frac{n_3}{v_4} \Rightarrow v_4 = \frac{n_3}{Z}$$

$$v_4 = \frac{92800}{643} = \underline{144,323 \text{ m/min}}$$

$$n_f = \frac{v}{\lambda_f} = \frac{144,323}{0,8} = \underline{180,404/\text{min}}$$

Otáčky vadného dílu stroje, který zanáší vadu do příze, jsou 180,404/min.

b) 5. spřádací místo:

$$\lambda_f = 0,73 \text{ m}$$

$$Z = \frac{n_3}{v_4} \Rightarrow v_4 = \frac{n_3}{Z}$$

$$v_4 = \frac{92800}{643} = \underline{144,323 \text{ m/min}}$$

$$n_f = \frac{v}{\lambda_f} = \frac{144,323}{0,73} = \underline{197,703/\text{min}}$$

Otáčky vadného dílu stroje, který zanáší vadu do příze, jsou 197,703/min.

c) 9. spřádací místo:

$$\lambda_f = 0,59 \text{ m}$$

$$Z = \frac{n_3}{v_4} \Rightarrow v_4 = \frac{n_3}{Z}$$

$$v_4 = \frac{92800}{643} = \underline{144,323 \text{ m/min}}$$

$$n_f = \frac{v}{\lambda_f} = \frac{144,323}{0,59} = \underline{244,615/\text{min}}$$

Otáčky vadného dílu stroje, který zanáší vadu do příze, jsou 244,615/min.

2) rotorová příze – 16,5 texa) 6. spřádací místo:

$$\lambda_f = 1 \text{ m}$$

$$Z = \frac{n_3}{v_4} \Rightarrow v_4 = \frac{n_3}{Z}$$

$$v_4 = \frac{99600}{915} = \underline{108,852 \text{ m/min}}$$

$$n_f = \frac{v}{\lambda_f} = \frac{108,852}{1} = \underline{108,852/\text{min}}$$

Otáčky vadného dílu stroje, který zanáší vadu do příze, jsou 108,852/min.

3) prstencová příze – 20 texa) 2. spřádací místo:

$$\lambda_f = 0,81 \text{ m}$$

$$Z = \frac{n_{vř}}{v} \Rightarrow v = \frac{n_{vř}}{Z}$$

$$v = \frac{10000}{778} = \underline{12,853 \text{ m/min}}$$

$$n_f = \frac{v}{\lambda_f} = \frac{12,853}{0,81} = \underline{15,868/\text{min}}$$

Otáčky vadného dílu stroje, který zanáší vadu do příze, jsou 15,868/min.

b) 4. spřádací místo:

$$\lambda_f = 0,795 \text{ m}$$

$$Z = \frac{n_{vř}}{v} \Rightarrow v = \frac{n_{vř}}{Z}$$

$$v = \frac{10000}{778} = \underline{12,853 \text{ m/min}}$$

$$n_f = \frac{v}{\lambda_f} = \frac{12,853}{0,795} = \underline{16,167/\text{min}}$$

Otáčky vadného dílu stroje, který zanáší vadu do příze, jsou 16,167/min.

c) 5. spřádací místo:

$$\lambda_f = 0,89 \text{ m}$$

$$Z = \frac{n_{vř}}{v} \Rightarrow v = \frac{n_{vř}}{Z}$$

$$v = \frac{10000}{778} = \underline{12,853 \text{ m/min}}$$

$$n_f = \frac{v}{\lambda_f} = \frac{12,853}{0,89} = \underline{14,442/\text{min}}$$

Otáčky vadného dílu stroje, který zanáší vadu do příze, jsou 14,442/min.

d) 7.spřádací místo:

$$\lambda_f = 0,89 \text{ m}$$

$$Z = \frac{n_{vř}}{v} \Rightarrow v = \frac{n_{vř}}{Z}$$

$$v = \frac{10000}{778} = \underline{12,853 \text{ m/min}}$$

$$n_f = \frac{v}{\lambda_f} = \frac{12,853}{0,89} = \underline{14,442/\text{min}}$$

Otáčky vadného dílu stroje, který zanáší vadu do příze, jsou 14,442/min.

e) 9. spřádací místo:

$$\lambda_f = 0,89 \text{ m}$$

$$Z = \frac{n_{vř}}{v} \Rightarrow v = \frac{n_{vř}}{Z}$$

$$v = \frac{10000}{778} = \underline{12,853 \text{ m/min}}$$

$$n_f = \frac{v}{\lambda_f} = \frac{12,853}{0,89} = \underline{14,442/\text{min}}$$

Otáčky vadného dílu stroje, který zanáší vadu do příze, jsou 14,442/min.

Příloha č. 4**Stanovení limitní DVK – metoda výpočtová****1) rotorová příze – 29,5 tex**

$$\bar{l} = 0,024 \text{ m}$$

$$T = 29,5 \text{ tex}$$

$$t = 0,13 \text{ tex}$$

$$n = \frac{T}{t} = \frac{29,5}{0,13} = \underline{226,923}$$

$$CV_{\text{lim}} = \frac{100}{\sqrt{n}} = \underline{6,638 \%}$$

$$CV(0,1m) = CV_{\text{lim}} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L} - \frac{\bar{l}^2}{3 \cdot L^2}} = 6,638 \cdot \sqrt{\frac{0,024}{0,1} - \frac{0,000576}{0,03}} = \underline{3,119 \%}$$

$$CV(1m) = CV_{\text{lim}} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}} = 6,638 \cdot \sqrt{\frac{0,024}{1}} = \underline{1,028 \%}$$

$$CV(10m) = CV_{\text{lim}} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}} = 6,638 \cdot \sqrt{\frac{0,024}{10}} = \underline{0,325 \%}$$

2) rotorová příze – 20 tex

$$\bar{l} = 0,024 \text{ m}$$

$$T = 20 \text{ tex}$$

$$t = 0,13 \text{ tex}$$

$$n = \frac{T}{t} = \frac{20}{0,13} = \underline{153,846}$$

$$CV_{\text{lim}} = \frac{100}{\sqrt{n}} = \underline{8,062 \%}$$

$$CV(0,1m) = CV_{\lim} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L} - \frac{\bar{l}^2}{3 \cdot L^2}} = 8,062 \cdot \sqrt{\frac{0,024}{0,1} - \frac{0,000576}{0,03}} = \underline{3,788 \%}$$

$$CV(1m) = CV_{\lim} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}} = 8,062 \cdot \sqrt{\frac{0,024}{1}} = \underline{1,249 \%}$$

$$CV(10m) = CV_{\lim} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}} = 8,062 \cdot \sqrt{\frac{0,024}{10}} = \underline{0,395 \%}$$

3) prstencová příze – 29,5 tex

$$\bar{l} = 0,034 \text{ m}$$

$$T = 29,5 \text{ tex}$$

$$t = 0,13 \text{ tex}$$

$$n = \frac{T}{t} = \frac{29,5}{0,13} = \underline{226,923}$$

$$CV_{\lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} = \underline{6,638 \%}$$

$$CV(0,1m) = CV_{\lim} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L} - \frac{\bar{l}^2}{3 \cdot L^2}} = 6,638 \cdot \sqrt{\frac{0,034}{0,1} - \frac{0,001156}{0,03}} = \underline{3,645 \%}$$

$$CV(1m) = CV_{\lim} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}} = 6,638 \cdot \sqrt{\frac{0,034}{1}} = \underline{1,224 \%}$$

$$CV(10m) = CV_{\lim} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}} = 6,638 \cdot \sqrt{\frac{0,034}{10}} = \underline{0,387 \%}$$

4) prstencová příze – 16,5 tex

$$\bar{l} = 0,034 \text{ m}$$

$$T = 16,5 \text{ tex}$$

$$t = 0,13 \text{ tex}$$

$$n = \frac{T}{t} = \frac{16,5}{0,13} = \underline{126,923}$$

$$CV_{\text{lim}} = \frac{100}{\sqrt{n}} = \underline{8,876 \%}$$

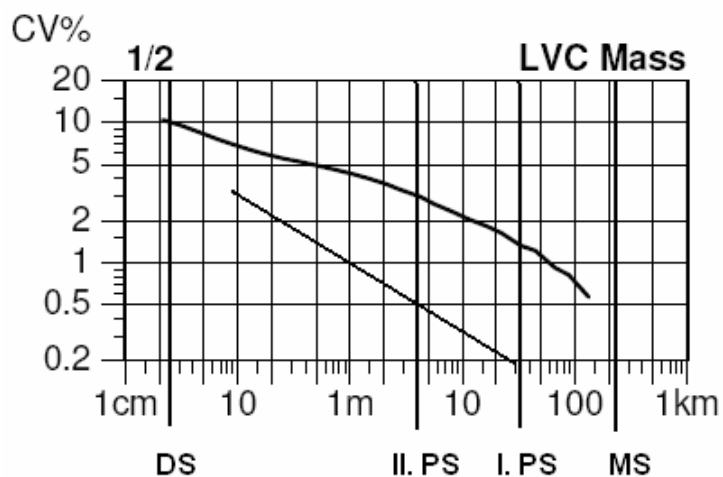
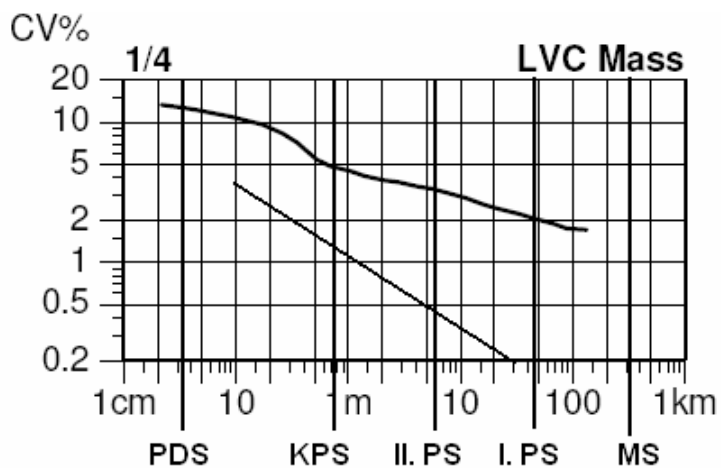
$$CV(0,1m) = CV_{\text{lim}} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L} - \frac{\bar{l}^2}{3 \cdot L^2}} = 8,876 \cdot \sqrt{\frac{0,034}{0,1} - \frac{0,001156}{0,03}} = \underline{4,873\%}$$

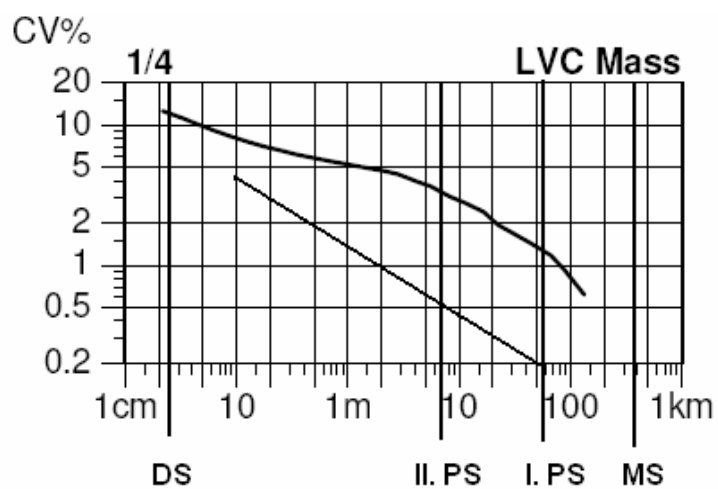
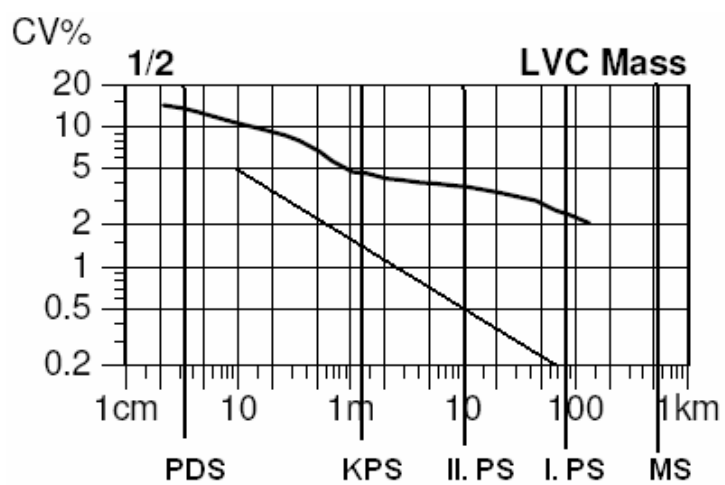
$$CV(1m) = CV_{\text{lim}} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}} = 8,876 \cdot \sqrt{\frac{0,034}{1}} = \underline{1,637 \%}$$

$$CV(10m) = CV_{\text{lim}} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l}}{L}} = 8,876 \cdot \sqrt{\frac{0,034}{10}} = \underline{0,518 \%}$$

Příloha č. 5

Délkové variační křivky prstencových a rotorových přízí

Obr. 51 DVK rotorové příze $T = 29,5$ texObr. 52 DVK prstencové příze $T = 29,5$ tex

Obr. 53 DVK rotorové příze $T = 16,5$ texObr. 54 DVK prstencové příze $T = 16,5$ tex